

ABSTRAK TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN SISTEM BETON PRACETAK $f_c' = 72 \text{ MPa}$ DAN $f_c' = 35 \text{ MPa}$

disusun oleh:

Ridho Bayuaji

3 191 100 009

pembimbing:

Ir. Priyo Suprobo, MS., Ph.D.

Pembangunan gedung bertingkat dewasa ini mengarah pada peningkatan kebutuhan akan kecepatan waktu konstruksi serta pelaksanaan yang efektif dan efisien tanpa mengurangi fungsi dan kualitas secara keseluruhan dari struktur gedung. Konstruksi beton pracetak merupakan alternatif yang mulai banyak dipakai dalam mengatasi masalah tersebut diatas.

Perkembangan teknologi beton mengisyaratkan Beton Mutu Tinggi dapat memberikan suatu solusi terhadap masalah dalam bidang industri konstruksi. Beton Mutu tinggi, istilah relatif teknologi beton yang mengalami evolusi berangsur-angsur dalam beberapa dekade terakhir.

Penggunaan Beton Mutu Tinggi dalam waktu dekat dapat menjadi hal biasa dalam pertambahan pengembangan desain produk dari Beton Mutu Tinggi. Beton Mutu Tinggi telah memperlihatkan pertumbuhan yang cepat dalam penggunaannya seperti fakta, dengan penerapannya yang tersebar luas di kota-kota seperti: Chicago, Houston, New York, dan Seattle.

Semakin luas teknik perencanaan untuk membuat alternatif kepada faktor ekonomi dengan memakai Beton Mutu Tinggi. Beberapa keuntungan dalam penggunaan Beton Mutu Tinggi yakni dalam komponen struktur primer seperti kolom, yakni mendesain ukuran menjadi lebih kecil dengan memikul beban yang sama.

Gedung Apartemen Taman Sejahtera diambil sebagai studi kasus dalam menerapkan Beton Mutu Tinggi dalam perencanaan sekaligus membandingkannya dengan perencanaan menggunakan beton mutu normal, penggunaan beton ($f_c' = 72 \text{ MPa}$) dibandingkan dengan beton ($f_c' = 35 \text{ MPa}$).

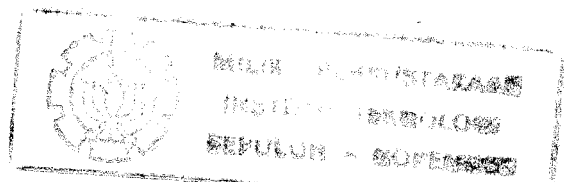
BAB II

STATE OF THE ART

2. 1. UMUM

Penggunaan beton mutu tinggi makin berkembang untuk dipakai secara luas terutama untuk beton pracetak pada suatu bangunan gedung tinggi (High Rise Building). Perkembangan beton mutu tinggi nampaknya dapat memberikan suatu kemajuan dalam bidang industri konstruksi. Beton mutu tinggi merupakan istilah relatif yang diprediksikan pada kebutuhan periode teknologi dan merupakan evolusi yang telah berangsur-angsur lebih dari beberapa dekade terakhir. "Beton mutu tinggi telah memperlihatkan pertumbuhan yang cepat dalam penggunaannya, seperti fakta dengan penerapannya yang tersebar luas di kota-kota seperti Chicago, Houston, New York dan Seattle." [13]

Dalam waktu dekat penggunaan beton mutu tinggi dapat menjadi hal yang biasa dalam pertambahan pengembangan desain produk dari beton mutu tinggi. "Beberapa keuntungan dalam penggunaan beton mutu tinggi yakni dalam komponen struktur primer seperti kolom, mendesain ukuran menjadi lebih kecil dengan membawa beban yang sama." [13]



2. 2. APLIKASI, KEUNTUNGAN DAN HAMBATAN DARI BETON MUTU TINGGI [10]

2. 2. 1. Aplikasi Dari Beton Mutu Tinggi

Type Konstruksi	Prosentasi
Gedung Tinggi (High Rise Building)	45
Jembatan Bentang Panjang	40
Basement	20
Tiang Pancang	10

2. 2. 2. Keuntungan Dari Beton Mutu Tinggi

Perihal	Prosentasi
Daya tahan	25
Kecocokan Pemakaian	15
Penghematan Ukuran Penampang	45
Penggunaan Bentang Panjang	10
Bahaya Korosi	20
Pengangkutan dan Pemindahan	10

2. 2. 3. Hambatan Dari Beton Mutu Tinggi

Parameter	Prosentasi
Quality Control	25
Biaya	20
Tenaga Ahli	20
Hal-hal Lain	30

2. 3. DEFINISI BETON MUTU TINGGI [10]

Untuk mengetahui hal yang baru, seharusnya mendefinisikan apa sebenarnya beton mutu tinggi itu. Apa perbedaannya dengan beton normal. Sebuah definisi atau kategori dari beton tergantung kekuatan tekan rencana yang dikehendaki. Beton didefinisikan menurut kekuatan tekan yang dibagi dalam tiga kategori yaitu :

- a. Beton Normal, nominal tekanan ($f_c' = 20-60$ MPa)
- b. Beton Mutu Tinggi, nominal tekanan ($f_c' = 60-100$ MPa)
- c. Beton Mutu Sangat Tinggi, nominal tekanan ($f_c' = 150-250$ MPa)

Dalam praktek kategori di atas hanya dibagi dalam dua bagian yaitu :

- 1. Dalam Penggunaan- Beton Normal, sekarang ini umum digunakan.
 - Beton Mutu Tinggi, sekarang ini mulai dipakai dan diproduksi secara industri
 - Beton Mutu Sangat Tinggi , masih dalam eksperimen.
- 2. Dalam Produksi
 - Untuk Beton Mutu Tinggi dengan Beton Normal sama-sama telah diproduksi hanya untuk Beton Mutu Tinggi harus mempunyai quality control yang lebih ketat.
 - Untuk Beton Mutu Sangat Tinggi tentunya mempunyai spesial untuk control material.

2. 4. PERENCANAAN KOMPONEN STRUKTUR DENGAN BETON MUTU TINGGI [14]

Semakin luas teknik perencanaan untuk membuat alternatif yang mengarah kepada faktor ekonomi dengan memakai Beton Mutu Tinggi. Bagaimanapun jauhnya aplikasi dari beton, masih terbatas dengan beberapa hal misalnya kolom bangunan gedung tinggi dan elemen pratekan. Kelemahan aplikasi dapat digabungkan yang tak cukup dengan informasi yang ada dalam perencanaan mengenai Beton Mutu Tinggi dan juga kesulitan dalam bidang quality control.

Petunjuk rekomendasi umum untuk perencanaan yaitu :

1. Elemen Struktur dengan Beton Mutu Tinggi dapat didesain menggunakan ketentuan yang sama dengan elemen struktur dengan Beton Normal, termasuk asumsi distribusi tegangan persegi (stress block).
2. Faktor Daktilitas dari balok Beton Mutu Tinggi tak berkurang dengan penambahan tegangan beton apabila prosentase tulangan yang dipakai sama.
3. The Tensile Splitting Strength dan Modulus keruntuhan dari Beton Mutu Tinggi adalah proposional dengan akar kekuatan tekan beton (f_c') seperti dalam beton normal. Konsekuensinya, pelayanan perlakuan dari balok, balok-kolom dan Slab ditentukan dengan difleksi dan kontrol *crack* dapat dievaluasi menggunakan metode yang sama dengan desain beton normal.

4. Perlakuan dibawah beban menerus juga menampakkan kemiripan dengan beton normal yaitu ; *Creep, Shrinkage* dan *Strains* pada pokoknya akan sama apabila tegangan dibagi regangan rasionya sama.
5. Berbagai beban aksial nampaknya yang ada sama efeknya dalam beton normal. Bagaimanapun untuk beton yang dibuat, beberapa tekanan yang muncul diperlukan dalam Beton Mutu Tinggi menghasilkan kekuatan tekan yang sama. Misalnya kolom dengan Beton Mutu Tinggi menjadi lebih ramping oleh sebab itu lebih memperhatikan untuk diberikan tempat penutup kolom.

2.5. PERTIMBANGAN DESAIN STRUKTUR BETON BERMUTU TINGGI [11]

Kemajuan besar dalam teknologi beton lebih dari 20 tahun yang lalu, sekarang memungkinkan untuk memperoleh beton campuran cepat dengan kekuatan sebesar 15.000 psi (100 MPa) di beberapa kota di Amerika Utara. Dalam pendesainan penggunaan struktur seperti beton bermutu tinggi, pertanyaan yang muncul mengenai dapat digunakan prosedur desain lama , yang mana dikembangkan untuk kebanyakan beton bermutu lebih rendah.

2. 5. 1. 1 Perilaku Tegangan - Regangan Dalam Tekanan *Unaxial* [11]

Respon dari beton dalam kompresi *unaxial* biasanya ditentukan oleh beban silinder beton dalam diameter 150 mm dan panjang 300mm agar tekanan maksimal (f_c') dicapai dalam dua sampai tiga menit.

Ungkapan yang tepat, yang dengan tepat menggambarkan model kenaikan cabang kurva tegangan regangan silinder beton, diusulkan oleh Popovics pada tahun 1973, yaitu :

$$\frac{f_t}{f'_t} = \frac{\epsilon_t}{\epsilon'_t} \cdot \frac{n}{n-1+(\epsilon_t/\epsilon'_t)^n} \quad (1)$$

dimana :

- f_c = tegangan kompresi
- f'_c = tegangan maksimum
- ϵ_c = regangan kompresi
- ϵ'_c = regangan saat f_c naik menjadi f'_c
- n = faktor penyesuaian kurva, karena n semakin tinggi kurva kenaikan menjadi lebih linier

Pada tahun 1987, Thorenfeidt, Tomaszewicz dan Jensen melaporkan bahwa pada saat Popovics mengungkapkan gambaran baik kenaikan cabang dari kurva tegangan regangan hal itu tidak jatuh tepat setelah puncak untuk beton bermutu tinggi. Untuk menaikkan kekurangan setelah puncak (*post-peak*) mereka menyarankan penambahan faktor k maka rumus (1) menjadi :

$$\frac{f_t}{f'_t} = \frac{\epsilon_t}{\epsilon'_t} \cdot \frac{n}{n-1+(\epsilon_t/\epsilon'_t)^{nk}} \quad (2)$$

dimana k sama dengan 1 saat ϵ_c/ϵ'_c lebih kecil dari 1, dan k merupakan jumlah yang lebih besar dari 1 saat ϵ_c/ϵ'_c melebihi dari 1. Collins dan Porasz, Collins dan Mitchell mengusulkan bahwa untuk ϵ_c/ϵ'_c lebih besar dari 1

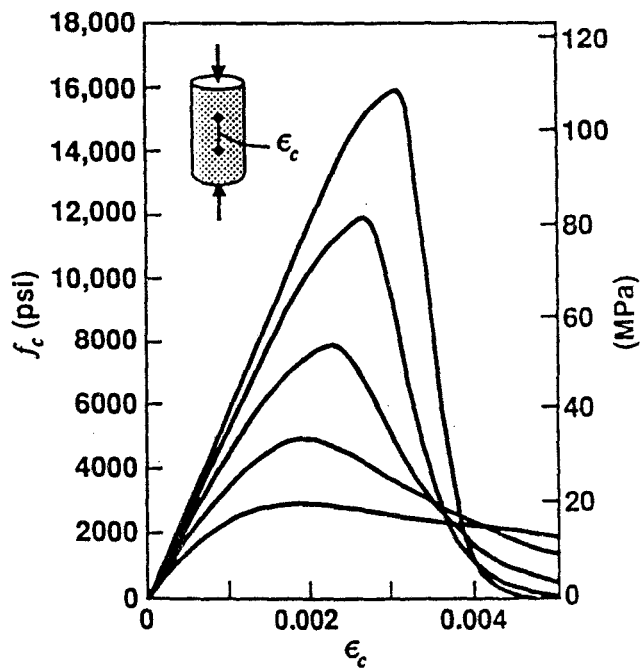
$$k = 0,67 + f_c'/9000 \text{ psi} \quad (3)$$

$$k = 0,67 + f_c'/62 \text{ MPa}$$

dan untuk

$$n = 0,8 + f_c'/2500 \text{ psi} \quad (4)$$

$$n = 0,8 + f_c'/17 \text{ MPa}$$



*Gambar 2.1. Pengaruh Tegangan Beton Dalam Bentuk Hubungan Tegangan
Regangan*

rumus (2) membuat hubungan antara f_c dengan ϵ_c , sebuah fungsi dengan empat konstanta f_c' , ϵ_c' , n dan k . Keempat konstanta ini dapat ditentukan semuanya dari kurva tegangan regangan silinder yang aktual.

Tetapi dalam banyak situasi desain hanya kekuatan silinder (f_c') yang diketahui dan hal ini kemudian diperlukan untuk memperkirakan ketiga parameter lainnya. Untuk beton dengan berat normal, n dapat diperkirakan dari rumus (4) dan k dapat diambil dari rumus (3). Jika *initial slope* E_c dari kurva tegangan regangan diketahui atau dapat diperkirakan, tegangan pada regangan puncak dapat ditemukan dari

$$\epsilon_c' = f_c' / E_c [n / (n-1)] \quad (5)$$

Kurva tegangan regangan yang dihasilkan dari persamaan diatas untuk suatu range kekuatan beton ditunjukkan dalam (gambar 2.1.).

2. 5. 1. 2. Modulus Elastisitas [7]

Pada tahun 1934, Thoman dan Raeder melaporkan nilai untuk modulus dari elastisitas ditentukan sebagai slope dari tangen untuk kurva tegangan regangan dalam tekanan *unaxial* pada 25 % dari tegangan maksimal dari 4,2E6 sampai 5,2E6 psi (29 sampai 36 GPa) untuk beton yang mempunyai range kekuatan tekanan dari 10.000 psi (69 MPa) sampai 11.000 psi (76 MPa). Banyak investigator lain telah dilaporkan nilai untuk modulus elastisitas dari beton mutu tinggi dari order 4,5 sampai 6,5 x10⁶ psi (31 sampai 45 GPa) sebagian besar tergantung pada metode penentuan modulus. Perbandingan secara eksperimen menentukan nilai untuk modulus elastisitas dengan prediksi itu oleh pernyataan yang diberikan dalam

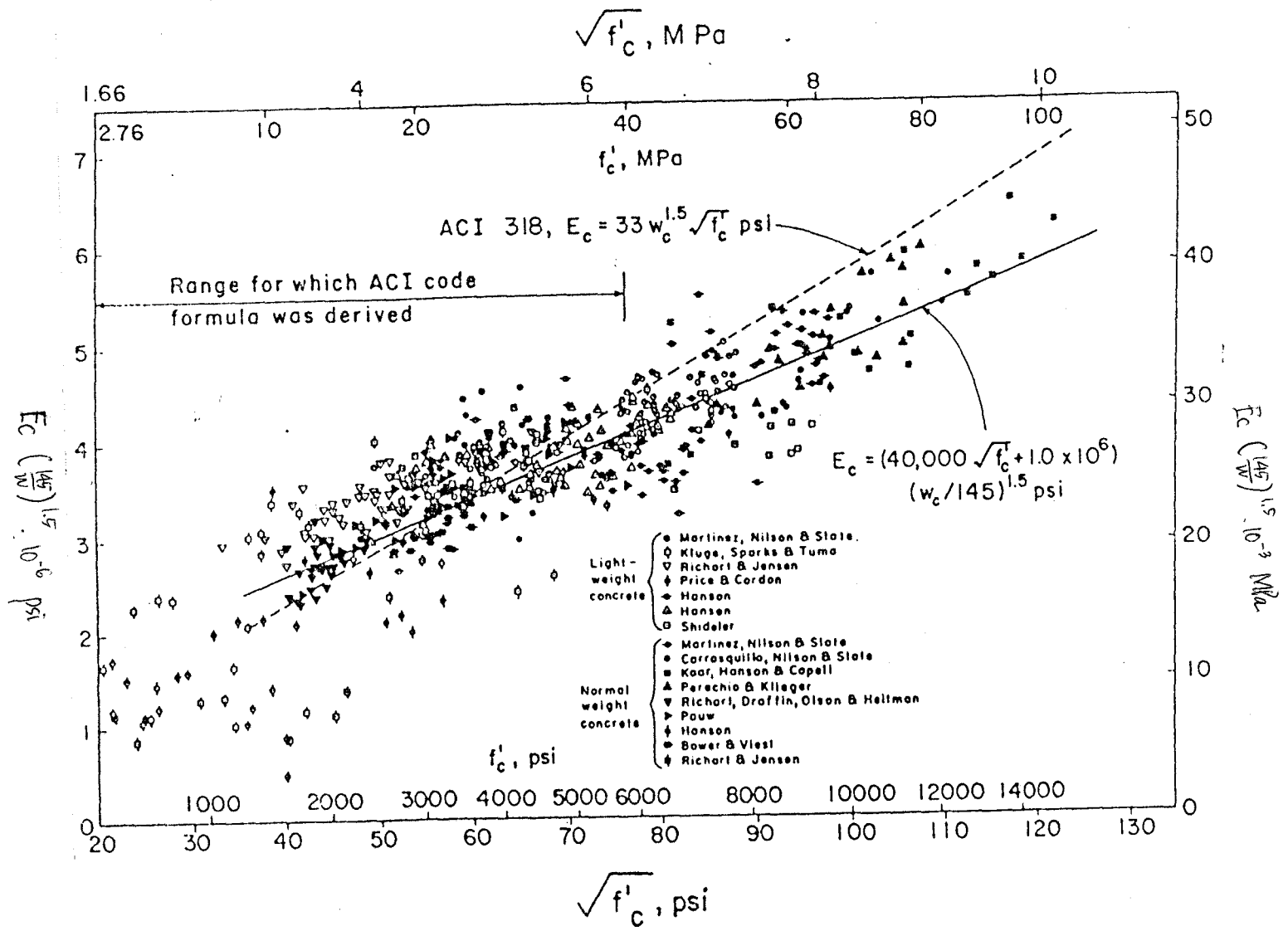
ACI-318, bagian 8.5 untuk beton mutu rendah, berdasarkan pada *a dry unit weight* 145 lb/ft³ (2346 kg/m³) diberikan dalam (gambar 2.2). ACI-318 menyatakan *over estimasi/* kelebihan perkiraan modulus elastisitas untuk beton dengan kekuatan tekanan lebih dari 6000 psi (41 MPa) untuk data diberikan dalam gambar 2.2. Korelasi antara modulus elastisitas E_c dan kekuatan tekanan f_c' untuk beton dengan berat normal (lihat gambar 2.2.) sebagai berikut

$$\begin{aligned} E_c &= 40,000 (f_c')^{0.5} + 1 \times 10^6 \text{ psi} && \text{untuk } 3000 \text{ psi} < f_c' < 12,000 \text{ psi} \\ E_c &= 3320 (f_c')^{0.5} + 6900 \text{ Mpa} && \text{untuk } 21 \text{ Mpa} < f_c' < 83 \text{ Mpa} \quad (6) \end{aligned}$$

Persamaan empiris yang lain untuk memprediksi keelastisan modulus telah diusulkan. Penyimpangan dari prediksi nilai sangat tergantung pada sifat dan proporsi coarse agregate. Sebagai contoh, nilai yang lebih tinggi dari prediksi oleh rumus (6) dilaporkan oleh Russel, Savier dan Pfeiffer.

2. 5. 1. 3. Poisson's Ratio [7]

Perenchio dan Kieger melaporkan nilai untuk ratio Poisson dari berat normal beton mutu tinggi dengan range antara 0,20 dan 0,28. Mereka menyimpulkan bahwa ratio poisson's cenderung menurun dengan kenaikan rasio *water cement*. Kaplan menemukan nilai untuk ratio poisson's dari beton ditentukan menggunakan ukuran dinamis menjadi dari 0,23 sampai 0,32 tanpa memperhatikan kekuatan tekanan, coarse agregate, dan tes umur untuk beton yang mempunyai range kekuatan kompresive dari 2500 sampai 11500 psi (17 sampai 79 Mpa). Berdasarkan



Gambar 2.2. Modulus Elastisitas - Kekuatan Beton

informasi yang tersedia, rasio poisson dari beton mutu tinggi dalam elastis range tampak dapat dibandingkan pada range yang diharapkan dari nilai untuk beton mutu lebih rendah.

2. 5. 1. 4. Modulus Keruntuhan [7]

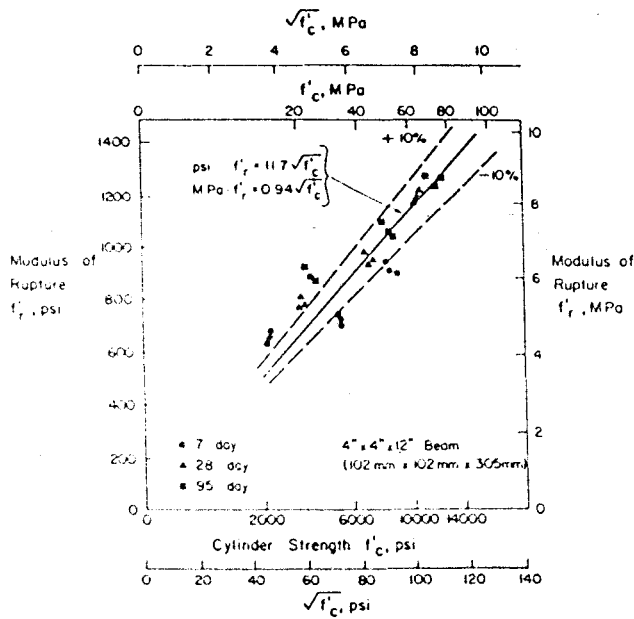
Nilai yang dilaporkan oleh berbagai investigator untuk modulus keruntuhan dari keduanya, beton ringan dan berat normal beton mutu tinggi masuk dalam range $7,5(fc')^{0,5}$ sampai $12 (fc')^{0,5}$ dimana keduanya, modulus keruntuhan dan kekuatan kompresive dinyatakan dalam psi. Persamaan berikut direkomendasikan untuk memprediksi kekuatan yang dapat ditegangkan pada beton mutu normal, seperti yang diukur oleh modulus keruntuhan (f_r), dari kekuatan tekanan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.3.

$$\blacklozenge f_r = 11,7(fc')^{0,5} \text{ psi} \quad \text{untuk } 3000 \text{ psi} < fc' < 12000 \text{ psi} \quad (7)$$

$$f_r = 0,94(fc')^{0,5} \text{ MPa} \quad \text{untuk } 21 \text{ MPa} < fc' < 83 \text{ MPa}$$

2. 5. 1. 5. Tensile Splitting Strength [7]

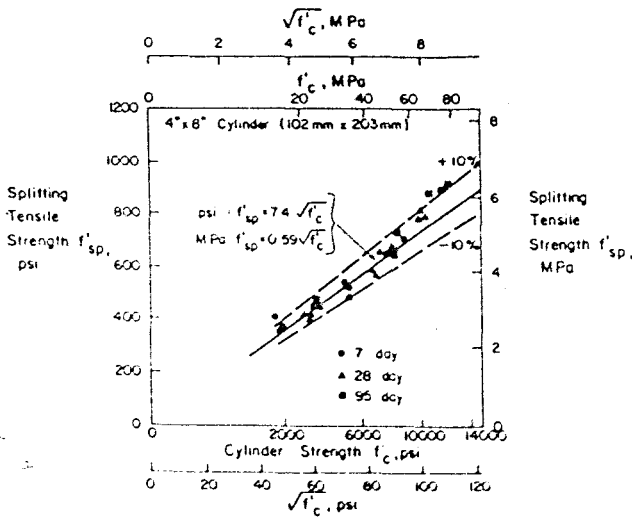
Dewar mempelajari hubungan antara kekuatan tekan langsung (*strength splitting cylinder*) dan kekuatan tekanan dari beton yang mempunyai kekuatan tekanan lebih dari 12,105 psi (83,79 MPa) pada 28 hari. Dia menyimpulkan bahwa pada mutu rendah, *strength tensile* tak langsung mungkin setinggi 10 % dari kekuatan kompresive tapi pada mutu yang lebih tinggi mungkin berkurang sampai 5 %. Dia mengobservasi bahwa kekuatan pemisahan yang dapat ditegangkan sekitar



Gambar 2.3. Kekuatan Tekan Dasar Dalam Modulus Keruntuhan

8 % lebih tinggi untuk beton *crushed - rock-agregate* daripada untuk beton *gravel - agregate*. Dan lagi, dia menemukan bahwa kekuatan tekan tak langsung adalah sekitar 70% dari kekuatan *flexural* pada 28 hari. Corrasquillo, Nillson, dan Slate melaporkan bahwa kekuatan splitting tidak dapat berubah banyak dari range yang biasa ditunjukkan dalam (gambar 2.4.), meskipun karena kenaikan kekuatan tekanan, nilai untuk kekuatan splitting jatuh dalam batas yang lebih tinggi dari range yang diharapkan. Persamaan berikut direkomendasi untuk memprediksikan *tensile splitting strength* f_{sp}' dari beton berbobot normal ;

$$\begin{aligned} f_{sp}' &= 7,4 (f_c')^{0,5} \text{ psi} && \text{untuk } 3000\text{psi} < f_c' < 12,000 \text{ psi} \\ f_{sp}' &= 0,59 (f_c')^{0,5} \text{ MPa} && \text{untuk } 21 \text{ MPa} < f_c' < 83 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (8)$$



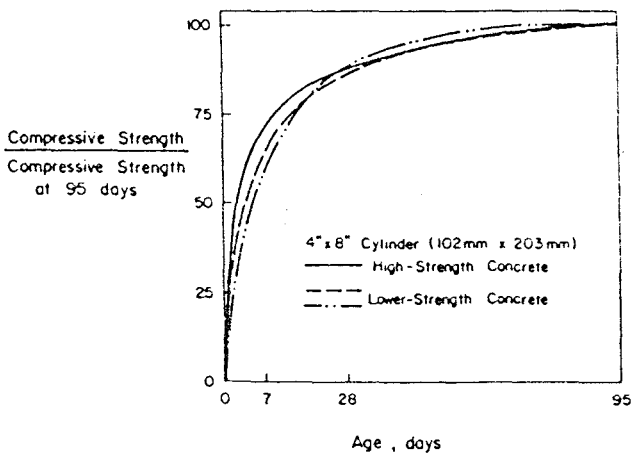
Gambar 2.4. Kekuatan Tekan Dasar Dalam Split Cylinder test

2. 5. 1. 6. Kekuatan (Lelah) Beton [7]

Data yang diperlukan pada perilaku lelah dari Beton Mutu Tinggi adalah sangat terbatas. Bennett dan Muir mempelajari kekuatan lelah dalam tekanan aksial dari Beton Mutu Tinggi dengan 4-in (102-mm) kubus kekuatan tekanan di atas 11,155 psi (76,9 MPa) dan menemukan bahwa setelah satu juta putaran, kekuatan dari contoh mengacu pada perubahan beban yang berulang antara 66 dan 71 % dan kekuatan statik ditemukan untuk beton mutu lebih tinggi dan untuk beton yang terbuat dengan *coarse aggregate* yang berukuran lebih kecil, tetapi perbedaan jarak yang sesungguhnya adalah kecil. Sampai pada tingkatan yang diketahui, kekuatan lelah dari Beton Mutu Tinggi sama seperti itu untuk beton mutu lebih rendah

2. 5. 1. 7. Hubungan Tegangan Dengan Umur [7]

Beton Mutu Tinggi menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi dari kekuatan yang didapat pada umur lebih awal seperti dibandingkan pada beton mutu lebih rendah, tetapi pada umur selanjutnya perbedaan ini tidak significant (lihat gambar 2.5.)



Gambar 2.5 Hubungan Tegangan - Umur Beton

Parrot melaporkan tipe rasio pada kekuatan 7 hari sampai 28 hari dari 0,8 sampai 0,9 untuk Beton Mutu Tinggi dan 0,7 sampai 0,75 untuk beton yang mutu

lebih rendah, saat Carrasquillo, Nilson dan Slate menemukan tipe rasio kekuatan 7 hari sampai 95 hari pada 0,60 untuk beton mutu rendah, 0,65 untuk mutu sedang dan 0,73 untuk Beton Mutu Tinggi. Hal ini tampak mungkin bahwa rata-rata yang lebih tinggi pada perkembangan mutu dari beton mutu tinggi pada umur yang lebih awal disebabkan oleh:

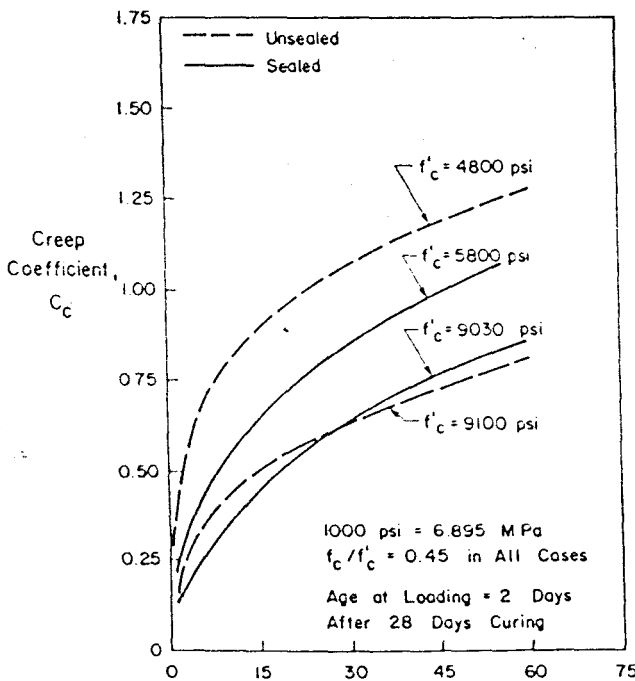
- kenaikan dalam interval curing temperature dalam silinder beton menyebabkan panas yang lebih tinggi pada hydrasi.
- jarak yang lebih dekat antara partikel terhidrasi dalam beton mutu tinggi menyebabkan rendahnya rasio water cement.

2. 5. 1. 9. Shrinkage [7]

Sedikit informasi yang disediakan pada perilaku penyusutan dari Beton Mutu Tinggi. Rata-rata inisial tinggi relatif dari penyusutan telah dilaporkan, tetapi setelah pengeringan selama 180 hari terdapat sedikit perbedaan antara penyusutan dari Beton Mutu Tinggi dan beton mutu yang lebih rendah yang dibuat dengan dolomit atau batu gamping. Reduksi periode curing dari 28 sampai 7 hari menyebabkan sedikit kenaikan dalam penyusutan. Penyusutan tidak dipengaruhi oleh perubahan dalam rasio water cement tapi kira-kira proposional pada presentase air oleh volume dalam beton studi laboratorium dan studi lapangan lain telah menunjukkan bahwa penyusutan pada Beton Mutu Tinggi adalah sama pada beton yang bermutu yang lebih rendah. Nataki dan Yonekura melaporkan bahwa penyusutan pada Beton Mutu Tinggi pengurangan kandungan air dengan range yang tinggi lebih kecil daripada untuk beton yang bermutu lebih rendah.

2. 5. 1. 9. Creep [7]

Parrot melaporkan bahwa total strain yang diobservasi dalam Beton Mutu Tinggi tertutup dibawah beban penopang 30 % dari kekuatan Ultimate sama seperti pada beton yang bermutu lebih rendah ketika dinyatakan sebagai rasio dari *short term strain*. Dibawah kondisi pengeringan, rasio ini 25 % lebih rendah daripada itu pada beton mutu lebih rendah. Total *long term strains* dari pengeringan dan Beton Mutu Tinggi tertutup adalah 15 dan 65 % lebih tinggi, berturut-turut kemudian untuk pencatatan beton yang bermutu lebih rendah pada tingkat tekanan yang relatif sama.



Gambar 2.6. Hubungan Antar Koefisien Creep Dengan Waktu Setelah Pembebanan

Perbedaan kecil antara creep dari Beton Mutu Tinggi di bawah pengeringan dan kondisi yang tertutup. Creep dari Beton Mutu Tinggi dibuat dengan reduksi range water yang tinggi dilaporkan menjadi menurun *significant creep specific*

maksimum lebih kecil untuk Beton Mutu Tinggi daripada beton mutu yang lebih rendah yang dibebankan pada umur yang sama. Sebuah contoh ditunjukkan dalam (gambar 2.6.). Akan tetapi, Beton Mutu Tinggi mengacu pada tekanan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, total creep akan menjadi sama untuk mutu beton yang lainnya. Tak masalah karena creep ditemukan dalam cetakan tiang dengan Beton Mutu Tinggi. Seperti yang ditemukan dengan beton yang bermutu lebih tinggi, creep menurun karena umur pada beban naik, spesifik creep meningkat dengan kenaikan rasio water cement, dan ada hubungan linier dengan aplikasi tekanan. Kelinieran ini sampai pada rasio stress strain yang lebih tinggi dari pada untuk beton yang bermutu lebih rendah.

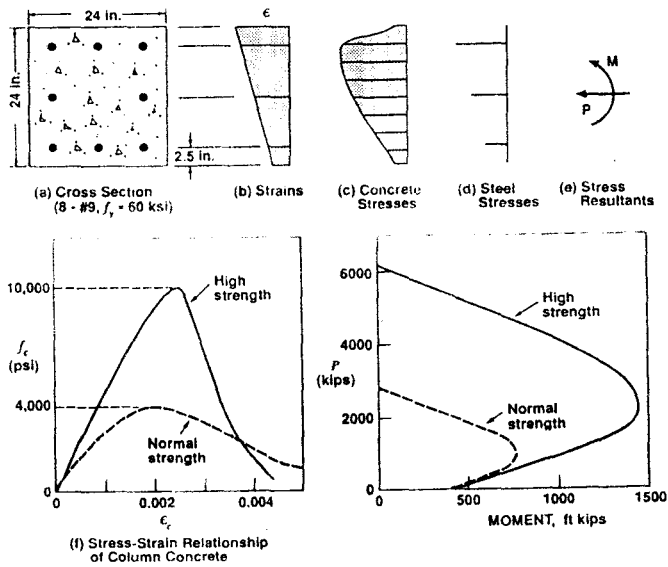
2. 5. 2. 1. Kapasitas Kolom [11]

Kolom beton bertulang biasanya didesain menggunakan perhitungan diagram interaksi *load moment axial*. Diagram seperti itu dapat ditentukan dengan asumsi bahwa tegangan pada beton bertulang sama dengan tegangan beton sekitar dan baja tulangan. (Gambar 2.7.) menggambarkan pengaruh kekuatan beton pada perhitungan diagram *load moment axial*. Diagram interaksi ini dicapai dengan menemukan momen maksimum yang dapat dilawan untuk tingkatan beban axial yang bervariasi menggunakan program komputer response.

Dalam penentuan diagram interaksi *load moment axial* untuk kolom suatu pertanyaan kunci adalah benar atau tidak hubungan tegangan regangan untuk kolom beton sama seperti hubungan tegangan yang ditentukan dengan test silinder beton. Pada tahun 1934 Richart dan Brown menentukan bahwa kapasitas beban aksial

murni dari kolom dengan pengikat atau kolom bertulang spiral dengan penutup beton yang tebal dapat ditunjukkan sebagai berikut

$$P = Cfc'(Ac - Ast) + fyAst \quad (9)$$



Gambar 2.7. Prediksi Diagram Interaksi Axial Load Moment

dimana

Ac = luas permukaan kolom beton

Ast = luas tulangan longitudinal

fy = tegangan leleh baja tulangan longitudinal

Richart dan Brown menyatakan bahwa test menunjukkan bahwa nilai dari C seharusnya 0.80 sampai 0.85 dan merekomendasikan bahwa (dapat diambil) sebagai 0.85. Dalam mendiskusikan masalah yang sama pada tahun 1951 Hognestad menggunakan simbol f_c'' sebagai pengganti C/f_c' untuk kekuatan beton cor setempat. Hognestad juga memilih nilai C adalah 0.85 ($f_c''=0.85f_c'$) tetapi perlu dicatat bahwa konstanta 0.85 ini mungkin secara sistematis terlalu tinggi atau terlalu rendah. Rasio f_c''/f_c' mungkin tidak pernah konstan. Faktor 0.85 telah ditandai untuk membedakan ukuran dan model antara kolom beton bertulang dengan silinder beton, untuk membedakan dalam meng-casting beton, vibrasi dan curing dan untuk membedakan beban rata-rata kolom dengan beban khusus banyak yang lebih lambat daripada test silinder.

Kumpulan klasik dari test di Portland Cement Association Laboratories yang dipimpin oleh Hognestad, Hanson dan Mc Henry, pada kolom beton sederhana berpengaruh pada variasi tegangan linier (mempertahankan 0 pada satu sisi) untuk menyelidiki karakteristik tegangan regangan dari kolom bertulang. Test ini diulangi pada tiang yang mempunyai kekuatan beton lebih tinggi oleh Karr, Hanson, Capell. Test tersebut ditujukan pada penentuan faktor-faktor tegangan persegi, k_1 , k_2 , k_3 ditunjukkan pada (gambar 2.8.). Penulis menggunakan simbol k_3 daripada C untuk rasio dari tegangan maksimum yang terdapat dalam beton, pada beton berkekuatan f_c' . Dari test ini faktor k_3 ditemukan mendekati 1.0 (bervariasi dari 0.96 sampai dengan 1.12) daripada 0.85.

Kekuatan aksial tertinggi P maksimal yang dapat dilawan oleh bagian segi empat dengan tegangan variasi yang bervariasi, ditunjukkan pada (gambar 2.8.), tergantung pada hubungan tegangan regangan. Jika kolom beton linear elastis dan menjadi lemah pada tekanan $k_3 f_c'$ kekuatan maksimum akan menjadi $0.5 k_3 f_c' b h$, selain itu jika kolom beton menunjukkan puncak kurva parabola tegangan regangan pada $k_3 f_c'$ kekuatan maksimum akan menjadi $0.7 k_3 f_c' b h$. Tes PCA (gambar 2.9.) menunjukkan bahwa variasi kekuatan maksimum dari sekitar $0.8 f_c' b h$ untuk beton 3000 psi (21 MPa) sampai $0.58 f_c' b h$ untuk beton 15,000 psi (103 MPa). (Gambar 2.9.) juga menunjukkan prediksi kapasitas pada tes PCA berdasarkan asumsi bahwa $k_3 = 1.0$ dan bahwa beton dalam kolom ini mempunyai hubungan tegangan regangan yang diberikan oleh rumus (2). Hal ini dapat dilihat bahwa prediksi ini sangat sesuai dengan hasil tes.

(Gambar 8e) menunjukkan ekuivalen tegangan *block persegi* sama dengan tegangan *block persegi* kode ACI disini keseragaman tegangan diambil sama dengan dan kedalaman $\alpha_1 h$ segitupat sama dengan $\beta_1 h$ Nilai α_1 dan β_1 seharusnya diseleksi agar P maksimal tepat dengan (gambar 8c) dan (gambar 8e) dan kekuatan resultan aksi garis P maksimal sama dalam dua kondisi berikut :

$$\alpha_1 \beta_1 = k_3 k_1$$

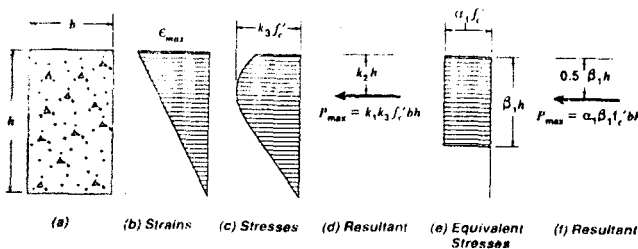
$$0.5 \beta_1 h = k_2 h$$

Mengingat perbedaan antara bentuk tegangan *block persegi* dalam (gambar 2.8c) dan (gambar 2.8e) tidak mungkin bahwa α_1 akan sama k_3 . Dalam kode ACI tegangan *block persegi* dibatasi dengan :

$$\alpha_1 = 0,85 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0.85 && \text{untuk } f_c' < 4000 \text{ psi (30 MPa)} \\ \beta_1 &= 0.85 - (f_c' - 4000) 0.00005 && \text{untuk } 4000 < f_c' < 8000 \text{ psi} \\ \beta_1 &= 0.85 - (f_c' - 30) 0.008 && \text{untuk } 30 < f_c' < 55 \text{ MPa} \\ \beta_1 &= 0.65 && \text{untuk } f_c' > 8000 \text{ psi (55 MPa)} \end{aligned} \quad (11)$$

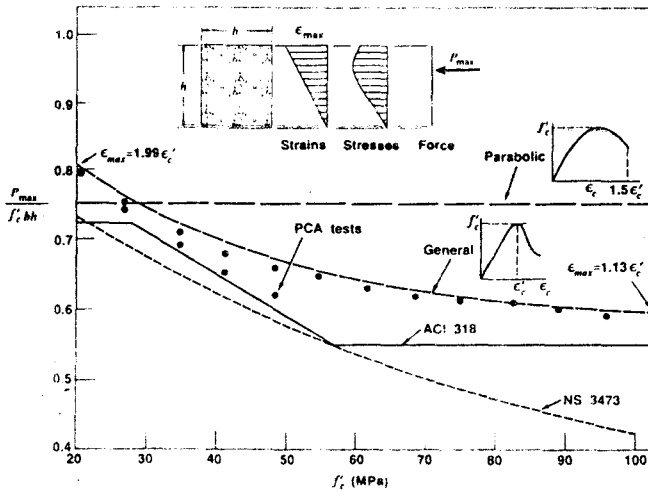
Parameter tegangan *block persegi* $\alpha_1 \beta_1$ dihitung dari rumus (10) dan rumus (11) direncanakan seperti garis solid dalam (gambar 2.9.). Nilai ACI dari α_1 dan



Gambar 2.8. Faktor Tegangan Blok Persegi

diseleksi untuk menyediakan loncatan yang lebih rendah untuk hasil eksperimen, sampai dengan hasil dari beton ringan yang tidak ditunjukkan dalam (gambar 2.9).

Dalam uraian selanjutnya simbol $k_3 f_c'$ digunakan untuk menunjukkan tekanan puncak ketika kurva tegangan regangan realistik digunakan seperti rumus (2) dan simbol $\alpha_1 f_c'$ akan menunjukkan tekanan seragam dalam tegangan *block persegi*.



Gambar 2.9. Pengaruh Asumsi Kurva Tegangan Regangan Beton Pada Beban Kapasitas Eksentris

Kurva berlabel NS 3473 dalam (gambar 2.9.) memberikan prediksi tegangan maksimal yang dihasilkan dari penggunaan tegangan regangan yang direkomendasikan oleh standart Norwegia untuk struktur beton. Standart ini merupakan fakta yang menarik karena hal itu telah digunakan secara luas dalam desain beton bermutu tinggi pada kilang minyak lepas pantai (hal ini sekarang digunakan dalam desain milyaran dolar Canadian Hibernia struktur dasar gravitasi beton). NS 3473 merekomendasikan kurva tegangan regangan beton disimpulkan

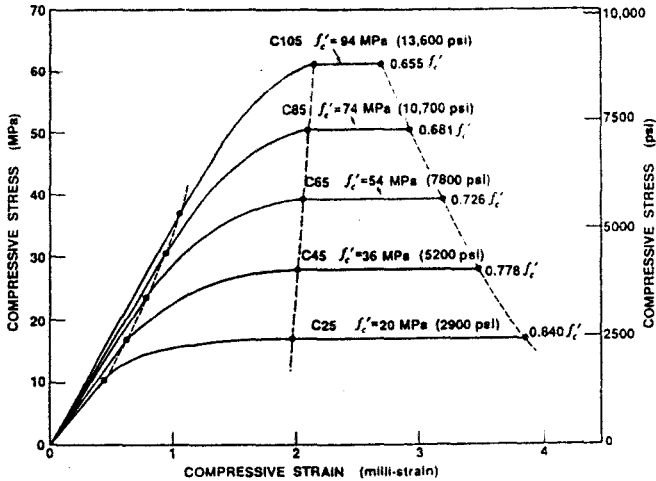
pada gambar (10). Kelas tingkatan beton ditunjukkan dengan huruf "C" diikuti oleh kekuatan kubus dalam MPa (contoh C85). Untuk masing-masing kelas tingkatan beton, standart memberikan kekuatan silinder yang sesuai f_c' (contoh $f_c' = 74$ MPa untuk beton C85) sama baiknya dengan kekuatan tekan cor setempat yang merupakan kekuatan maksimum yang diharapkan untuk struktur beton. Kekutan beton cor setempat dalam kurva ini sangat kecil daripada f_c' , akan serendah 0.655 untuk beton 13,600psi (94MPa). Oleh karena itu, kode Norwegia mengasumsikan nilai k_3 yang efektif dengan kekuatan yang bervariasi, mulai dari 0.840 untuk beton 2900 psi (20 MPa) sampai 0.655 untuk beton 13,600 psi (94 MPa).

Hal ini jelas bahwa ada perbedaan antara kode ACI dan kode Norwegia mengenai keefektifan kekuatan kolom beton bermutu tinggi. (Gambar 2.6.) membandingkan diagram hubungan *load moment axial* yang diprediksikan dengan kode ini. Kode ACI memutuskan puncak diagram interaksi *load moment axial*

$P_{n(max)} = 0.8 P_{(max)}$ untuk kolom dengan pengikat dan $0.85 P_{(max)}$ untuk kolom dengan tulangan spiral.

Prediksi kekuatan dengan menggunakan kode Norwegia sangat kecil, maka itu diperoleh menggunakan kode ACI tapi lebih baik dibanding tes kerusakan beban. Kerusakan beban yang rendah pada kolom ini terlihat dihubungkan dengan formasi keruntuhan *crack* dalam benda uji dari batangan tulangan longitudinal yang dihasilkan dalam *spalling* dari penutup beton pada muka beban yang lebih tinggi. (Gambar 2.12), penutup beton pertama telah di-*spall*, bagian yang efektif dikurangi

tidak dapat melawan beban terapan yang mana sekarang pada pengurangan efektif yang ditingkatkan.

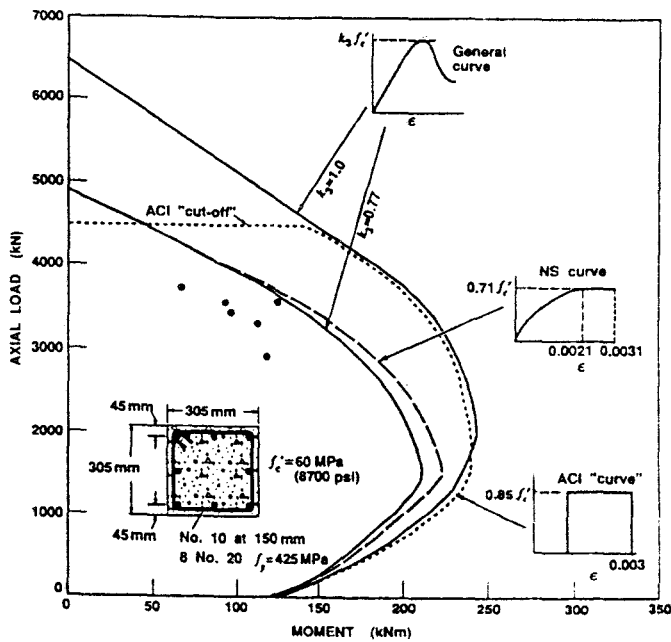


Gambar 2.10. Diagram Tegangan Regangan Dibuat NS 3473 Untuk Perhitungan Kapasitas

Kurva interaksi *load moment axial* dapat diprediksi menggunakan kurva tegangan regangan umum, digambarkan oleh rumus (2) seperti dapat dilihat pada (gambar 2.11) sebagai prediksi ACI untuk nilai beban aksial dibawah jalan pintas ACI. Dengan nilai dari $k_3 = 0.77$ enggunaan prediksi kurva umum mendekati kode Norwegia itu. Nilai k_3 agak lebih tinggi (0.77 daripada 0.71) dikompensasikan untuk kurva tegangan regangan dengan puncak yang lebih natural.

Untuk sebuah tes kolom partikular, nilai k_3 sesuai pada kurva tegangan regangan dapat ditemukan seperti bahwa kapasitas prediksi awal observasi

kerusakan beban. Hasil nilai dari k_3 untuk kolom dites di Sherbrooke oleh Cusson dan Paultre, di Alberta oleh Ibrahim dan MacGregor, di Toronto oleh Sundararaj dan Sheikh, Polat dan Uzumeri, Ozden dan Uzumeri dan Sheikh dan Uzumeri



Gambar 2.11. Hubungan Beban Aksial Dengan Momen Dalam Kolom Beton Bertulang

yang ditunjukkan dalam (gambar 2.13.). Pada saat terdapat penghamburan yang sangat dalam eksperimen nilai k_3 , ada bukti dari trend untuk k_3 untuk menjadi lebih rendah seperti kenaikan kekuatan beton.

Kolom yang digunakan dalam mempersiapkan (gambar 2.13) memiliki range yang luas dari jumlah dari pembatasan tulangan mulai dari pengisian kolom kode keperluan minimum untuk tulangan dalam nonseismic aplikasi pada pengisian kolom

lebih dari dua kali jumlah tulangan diperlukan oleh ACI untuk penerapan seismic. Beberapa point yang lebih tinggi dalam (gambar 2.13.) diperoleh dari kolom dengan jumlah besar pada pembatasan tulangan. Ditunjukkan juga dalam (gambar 2.13.) perhitungan nilai k_3 diperoleh dari ekspresi yang mendekati *trend* dari hasil eksperimen. Ekspresi ini yaitu :

$$k_3 = 0.6 + 1500/fc' \text{ psi}$$

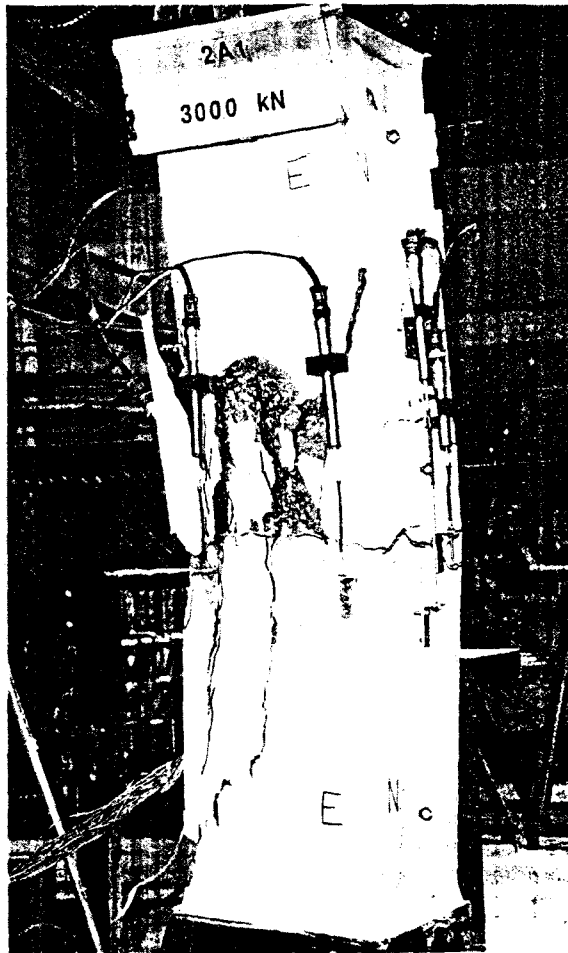
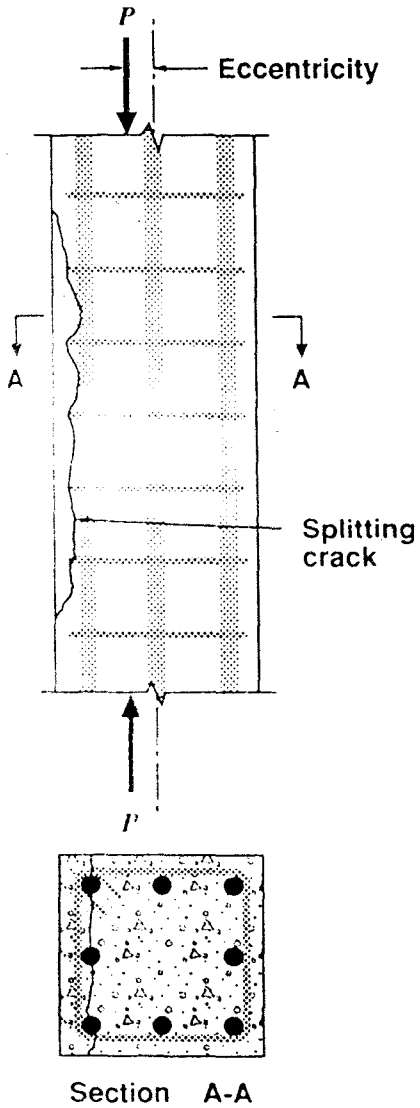
$$k_3 = 0.6 + 10/fc' \text{ MPa} \quad (12)$$

tapi k_3 lebih kecil sama dengan 0,85

Nilai k_3 yang paling rendah dalam (gambar 2.13.) untuk beberapa tes di Universitas Toronto berisi enam contoh beban berlainan dites oleh Sundararaj dan Sheikh (gambar 2.11) dan lima contoh beban aksial dites oleh Polat dan Uzumeri. Dalam contoh kerusakan ini diassosiasikan dengan *crack* yang prematur dari cover beton (gambar 2.12).

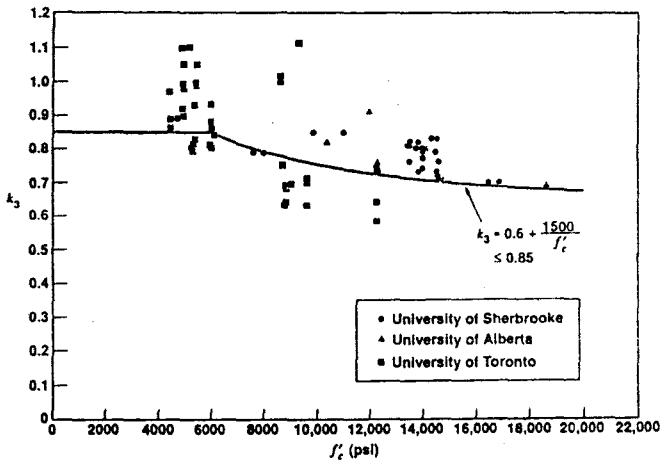
Kerja selanjutnya diperlukan untuk mengembangkan nilai k_3 dan k_4 yang cocok yang mencocokkan range praktek dari fc' dan range beban yang berlainan dari beban aksial murni sampai momen murni. Tes selanjutnya dan analisa dari data tes adalah sedang berlangsung pada 3 simpul dalam *Network of Centres of Excellence* dalam beton bermutu tinggi.

(Gambar 2.14.) adalah sebuah contoh dari penggunaan bilangan pokok dalam



Gambar 12. Kegagalan Oleh Beban Eksentrik Dalam Kolom Beton Mutu

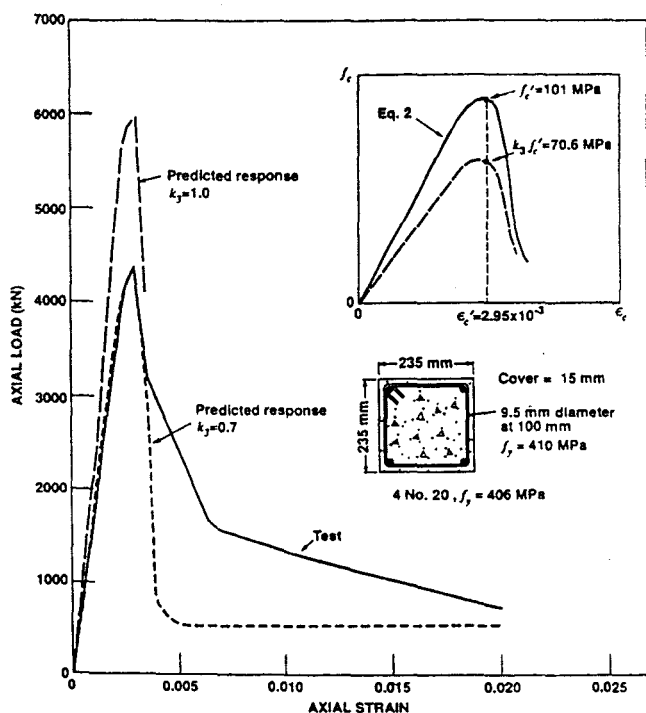
Tinggi



Gambar 2.13. Nilai k_3 Yang Direduksi Dari Tes Kolom

memprediksi jawaban dari kolom Beton Mutu Tinggi berpandangan pada tekanan konsentris. Seperti dapat dilihat, jika diambil sama dengan 1.0, kedua kekuatan dan kekakuan kolom di luar perkiraan. Untuk beton 14,600 psi (101 MPa) ini, rumus (12) memprediksi sama dengan 0,70. Ketika koefisien ini digunakan untuk mengurangi respons tegangan regangan sempurna dari prediksi beton oleh rumus (2). Respon dari kolom diprediksikan secara akurat oleh rumus (2) bukan model pengaruh-pengaruh yang bermanfaat dari pembatasan pada *post peak* respon dari beton.

Lebih rendah dari kekuatan yang diharapkan dan kekakuan dari tiang beton berkekuatan tinggi seperti yang terlihat dalam (gambar 2.14) dihubungkan pada keefektifan penutup beton.

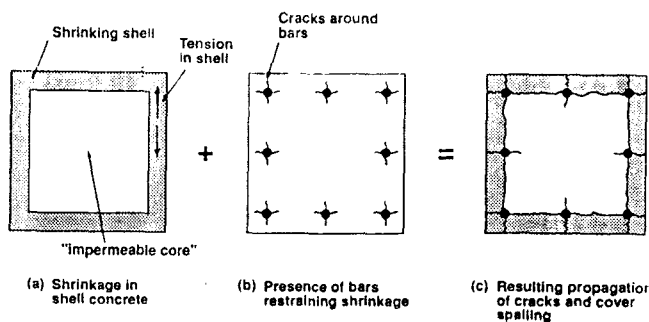


Gambar 2.14. Nilai Dan Prediksi Kolom Beton Bertulang Mutu Tinggi Yang

Dites Oleh Cusson

Lebih rendah dari kekuatan yang diharapkan dan kekakuan dari tiang beton berkekuatan tinggi seperti yang terlihat dalam (gambar 2.14) dihubungkan pada keefektifan penutup beton.

Permeabilitas yang sangat rendah dari keseluruhan beton mutu tinggi berarti bahwa hanya penutup yang paling luar dari kolom yang akan kering. Ini akan dihasilkan dalam tekanan penyusutan dengan lambat dalam penutup yang paling luar (gambar 2.15a). Dalam penambahan, penyusutan beton mutu tinggi di sekitar batang tulangan dapat dihasilkan dalam keruntuhan *crack* longitudinal keluar dari batangan (gambar 2.15b.). Dibawah ketinggian beban aksial kombinasi dari dua efek ini dapat dihasilkan dalam pengelupasan penutup beton (gambar 2.15c)



Gambar 2.15. Faktor Penyebab Pengelupasan Penutup Beton Dalam Kolom Beton Mutu Tinggi

2. 5. 2. 2. Efek Tulangan Baja [7]

Tulangan Lateral dalam kolom, lebih baiknya dalam bentuk spiral yang menerus dimana mempunyai dua keuntungan dalam perilaku kolom.

➤ memperbesar tegangan inti beton disekitar tulangan spiral yang memperkuat inti beton melawan ekspansi lateral dibawah beban.

➤ menambah kapasitas regangan aksial beton

Perumusan ACI-318 untuk minimum rasio volume dari tulangan spiral yakni:

$$\diamond p_s = 0.45 (A_g / A_c - 1) f_c' / f_y \quad (13)$$

dimana : p_s = rasio volume dari penulangan spiral terhadap volume inti beton

A_g = luasan permukaan beton

A_c = luasan inti beton

f_c' = tegangan tekan cilinder beton

f_y = tegangan leleh dari baja spiral

Penambahan kekuatan kompres terhadap kolom (lihat gambar 2.16) disediakan oleh baja spiral berdasar eksperimen diturunkan hubungan untuk perlawanan kekuatan

$$\blacklozenge f_c^* - f_c'' = 4.0 f_2 \quad (14)$$

dimana : f_c^* = kekuatan kompres dari kolom beton bertulang spiral

f_c'' = kekuatan kompres kolom beton tanpa penulangan

f_2' = tegangan beton ijin yang disumbangkan oleh baja spiral

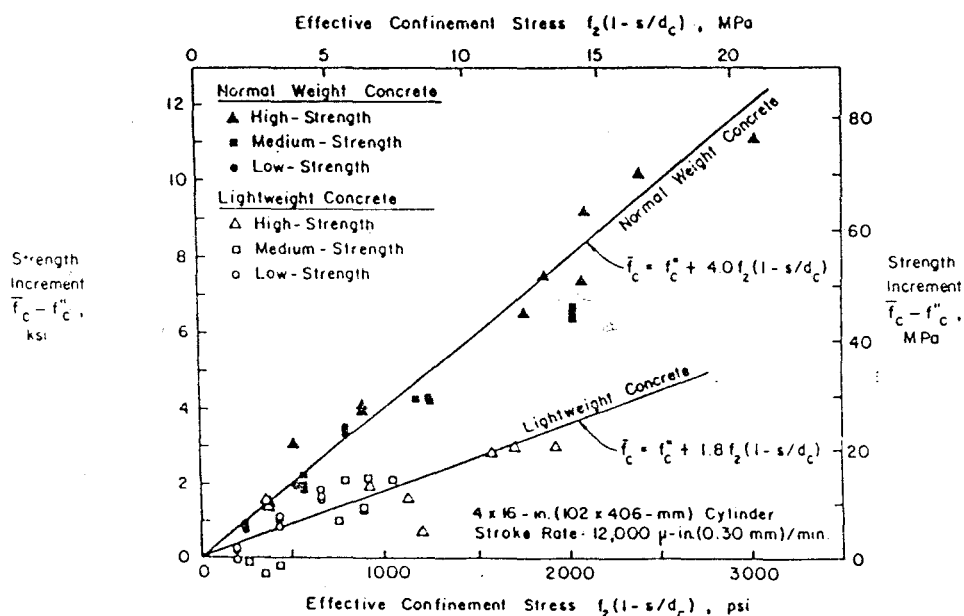
Tegangan beton ijin yang dihasilkan oleh baja spiral dapat dihitung dari dasar dimana baja spiral telah leleh, menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$\blacklozenge 2A_{sp}f_y = f_2' d_c s \quad (15)$$

dimana : A_{sp} = luasan baja spiral

d_c = diameter inti beton

s = jangkauan spiral



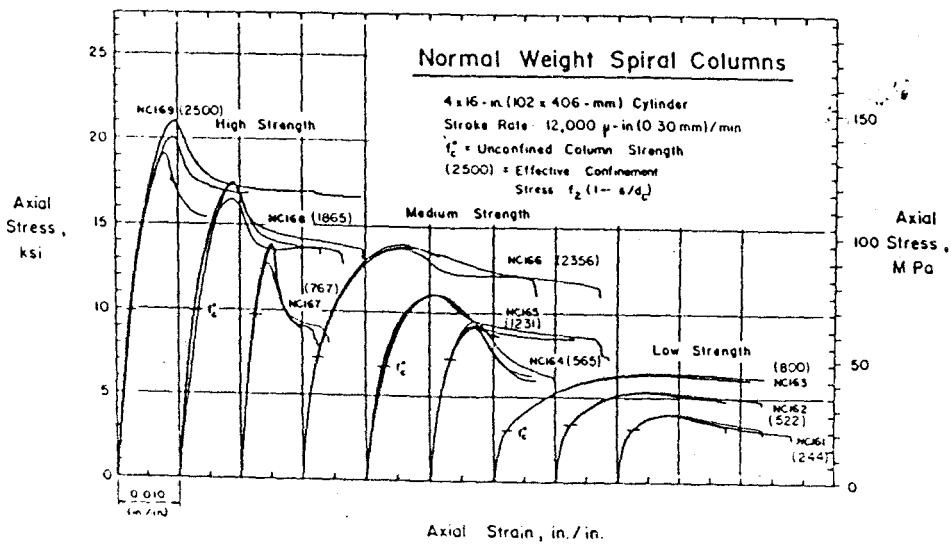
Gambar 2.16. Penambahan Kekuatan Yang Disumbangkan Oleh Tulangan

Spiral

Sesuai dengan penelitian di *Universitas Cornell*, melaporkan efektifitas tegangan ijin $f_2(1-s/dc)$ digunakan dalam evaluasi hasil, dimana f_2 adalah tegangan ijin dalam beton, perhitungan menggunakan tegangan aktual dalam baja spiral, biasanya lebih kecil dari f_y . Oleh sebab itu $(1-s/dc)$ gambaran reduksi dalam keefektifan dari baja spiral. Maka dikembangkan perumusan sebagai berikut :

$$\diamond \quad f_c^* - f_c'' = 4.0 f_2(1-s/dc) \quad (16)$$

Pada gambar 2.17 menunjukkan eksperimen kurva tegangan regangan untuk kekuatan yang berlainan dalam kolom beton berat normal dengan variasi tulangan spiral.



Gambar 2.17. Eksperimen Kurva Tegangan Regangan Untuk Kolom Beton Berat Normal

2. 5. 3. Balok Dan Slab [7]

Dalam banyak cara , balok beton mutu tinggi mungkin telah mengacu pada peraturan yang pada dasarnya sama yang telah digunakan untuk menggambarkan perilaku balok yang dibuat dari beton yang bermutu lebih rendah. Betapapun juga, beberapa pertanyaan tetap harus dijawab.

2. 5. 3. 1. Distribusi Tegangan Tekan [7]

Distribusi tegangan tekan dalam balok langsung dihubungkan pada ketajaman dari kurva tegangan regangan dalam tekanan *unaxial*. Konsekuensinya , untuk beton mutu tinggi, yang mana menunjukkan perbedaan dalam ketajaman/ bentuk itu, seperti yang ditunjukkan dalam (gambar 2.1), adalah pantas mengharapkan perbedaan dalam distribusi tegangan kompres lentur, terutama pada beban mendekati ultimate.

Gambar 2.18.a menunjukkan bentuk parabola secara umum dari distribusi tegangan tekan dalam balok yang terbuat dari beton mutu rendah. Moment resist nominal mungkin dihitung mengetahui gaya dalam T dan C dan lengan penjangkau internal diantaranya. Bentuk aktual distribusi tegangan kompresi pada failure yang baru, selalu sangat variabel dalam tiap range mutu beton yang diberikan , mungkin mempertimbangkan ketidakrelevan jika diketahui salah satu :

- jarak dari resultan kompresi C
- tingkatan dalam balok dimana itu terjadi

Ini mungkin ditetapkan dalam bentuk 3 karakteristik parameter dari distribusi tekanan yang diberikan (lihat gambar 2.18.a)

k_1 = rasio rata-rata untuk tekanan kompresi maksimal dalam beton

k_2 = rasio kedalaman untuk resultan kompresi pada ketinggian aksial netral

k_3 = rasio tekanan maksimal dalam balok sampai tekanan maksimal dalam pencatatan beban cilinder aksial

Untuk maksud desain yang luar biasa adalah baik sekali untuk bekerja dengan ekuivalent distribusi tegangan kompresi rectangular, ditunjukkan dalam gambar 2.18.b, dengan jarak dari resultan kompresi dan garis gerak sama seperti sebelumnya. Sebagai distribusi ekuivalen secara khusus diperbolehkan dalam ACI-318. Dengan keseragaman nilai kompresi beton diasumsikan sama dengan $0,85f_c'$, satu-satunya parameter β_1 cukup untuk menentukan jarak dan garis gerak.

Untuk Beton Mutu Tinggi, kurva tegangan regangan lebih linier dari pada parabolik. Akan tetapi, tidak ada alasan untuk memperkirakan bahwa parameter tegangan blok mungkin berbeda. Riset eksperimen telah mengkonfirmasi bahwa perbedaan tersebut ada, dan memungkinkan *tegangan blok persegi* dicapai, seperti dalam gambar 2.18.c. Bagaimanapun, perbedaan dalam menghitung nilai kekuatan untuk balok dalam kolom yang eksentrik tergantung pada rasio baja dan faktor-faktor lainnya.

ACI-318 R memperkirakan, berdasarkan pada ekuivalen *tegangan blok persegi*, bahwa kekuatan lentur nominal dari satu demi satu balok bertulang yang *under reinforced* dapat dihitung dengan

$$\blacklozenge M_n = A_s f_y d (1 - 0,59 p f_y / f_c') \quad (17)$$

dimana . M_n = kekuatan momen nominal

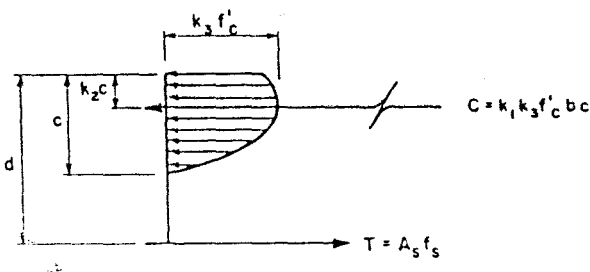
A_s = luasan tulangan

f_y = kekuatan spesifik tulangan leleh

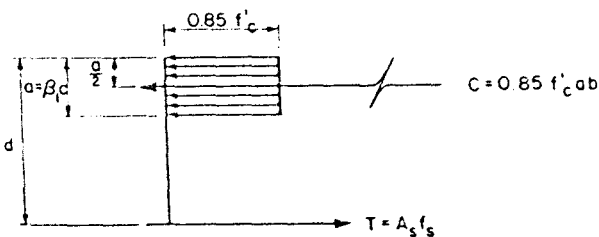
d = jarak kompresi dari serat atas ke pusat kekuatan tulangan

p = rasio tulangan

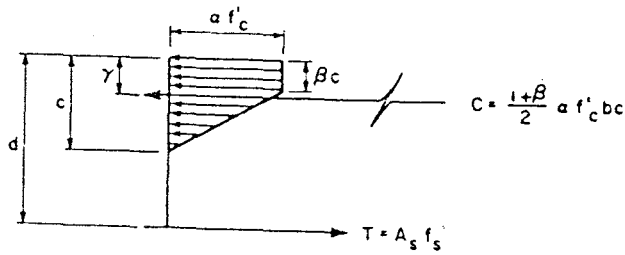
f_c' = kekuatan kompres spesifik beton



Gambar 2.18.a

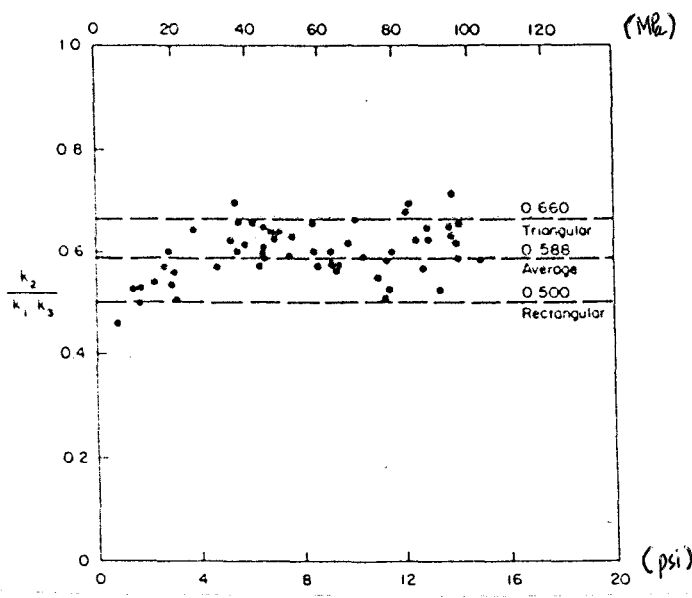


Gambar 2.18.b



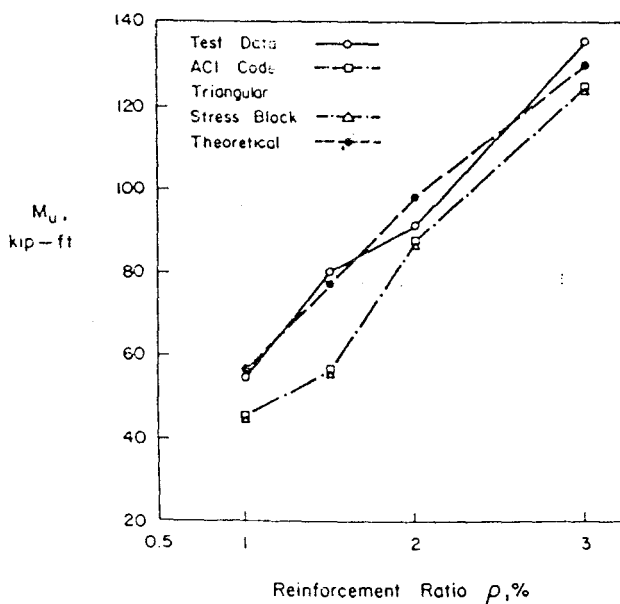
Gambar 2.18.c.

Koefisien 0,59 dapat ditunjukkan menjadi ekuivalen pada k_2/k_1k_3 . Variasi eksperimen dari k_2/k_1k_3 dengan kekuatan kompresi beton berdasar pada riset pada beberapa center yang ditunjukkan dalam gambar 2.19.



Gambar 2.19. Tegangan Blok Parameter k_2/k_1k_3 Dengan Kekuatan Beton

Saat studi perincian dari pemisahan nilai k menunjukkan bahwa perbedaan significant dalam nilai k yang terpisah tetap tergantung pada kekuatan beton, hal ini jelas dari gambar 2.19 yang mana perbedaannya mengganti dan bahwa koefisien kombinasi dinyatakan dengan baik dengan nilai konstan 0,59. Pernyataan ini dikuatkan oleh hasil yang ditunjukkan dalam gambar 2.20. yang membandingkan prediksi kekuatan lentur didapatkan menggunakan tegangan blok biasa, tegangan blok segitiga dan distribusi yang berdasarkan pada eksperimen turunan kurva tegangan regangan dengan data tes untuk balok dari rasio penulangan yang bervariasi dan kekuatan beton sampai pada 11,000 psi (76MPa). Nilai tes



Gambar 2.20. Perbandingan Kekuatan Lentur M_u Dari Balok Untuk Beberapa Distribusi Tegangan

merupakan prediksi terbaik menggunakan curva tegangan regangan yang aktual , tapi distribusi persegi ataupun triangular memberikan *bounds* rendah yang dapat diterima pada nilai eksperimental dan nilai teori.

Berdasarkan pada hal ini dan studi persamaan, tampaknya seperti itu, untuk balok *under reinforced*, metode ACI-318 saat ini dapat digunakan tanpa perubahan, pada akhirnya untuk beton mutu tinggi (diatas 83 MPa). Untuk *over reinforced beams* yang mana tidak diperbolehkan ACI-318, atau untuk kombinasi komponen tekanan aksial dan bending, perbedaan yang penting mungkin saja terjadi.

2. 5. 3. 2. Batasan Regangan Tekan [7]

Pada saat jangkauan beton mutu tinggi, pada tegangan puncak pada regangan tekan lebih tinggi dari pada beton yang bermutu lebih rendah, regangan *ultimate* lebih rendah untuk Beton Mutu Tinggi, dalam tes tekan *unaxial* dan dalam tes balok.

Telah diusulkan bahwa hasil ini rupanya menyebabkan lepasnya energi dari peralatan penguji. Gambar 2.20 memperlihatkan variasi dari regangan beton pada kegagalan permukaan tekanan puncak dari satu demi satu balok beton bertulang atau kolom berbeban eksentrik tanpa baja pelindung lateral. Nilai konstan dari regangan pada kompresi beton serat puncak 0,003 digambarkan oleh ACI-318 diperlihatkan untuk menyatakan hasil eksperimen dengan memuaskan untuk Beton Mutu Tinggi sebaik beton yang bermutu rendah, meskipun ini tidak seperti konservasi untuk Beton Mutu Tinggi.

2. 5. 3. 3. Pengaruh Tulangan Sengkanng Dan Tulangan Tekan [7]

Pertimbangan kelebihan batas kapasitas regangan pada beton mutu tinggi dalam tekan, adalah perlu untuk mengevaluasi daktilitas balok yang terbuat dari beton mutu tinggi. Defleksi indeks daktilitas akan ditentukan sebagai berikut

$$\mu = \frac{\Delta u}{\Delta y} \quad (18)$$

dimana :

u = defleksi balok terhadap beban runtuh

y – defleksi terhadap beban yang dihasilkan tegangan leleh baja

Eksperimen dengan balok yang terbuat dari beton mutu tinggi secara relatif disimpulkan rasio baja tensile bervariasi dari 0,29 p_b sampai 1,11 p_b dimana p_b = rasio penulangan untuk kondisi regangan seimbang.

Untuk balok beton bertulang secara berat (di atas desain seimbang) menunjukkan faktor-faktor daktilitas yang rendah yang ekstrem untuk balok beton bertulang mutu tinggi dan relatif rendah untuk balok beton bertulang mutu rendah.

2. 5. 3. 4. Ratio Minimum Jumlah Tulangan [7]

ACI-318 membagi batas tertinggi, pada rasio baja tensile untuk balok pada 75 % dari rasio keseimbangan untuk memastikan keruntuhan itu, seharusnya hasil ini terjadi, akan berangsur-angsur tipe kelelahan. Batas yang lebih rendah dari rasio baja tensile dibagi untuk melawan/ menahan keruntuhan yang tiba-tiba dari balok

beton bertulang sangat ringan pada kegagalan beton, saat tegangan yang tadinya di bawa oleh beton ditransfer ke penulangan baja.

Berikut dinyatakan untuk rasio baja minimum:

$$\rho_{\min} = 1,38/f_y \text{ untuk } f_y \text{ dalam MPa} \quad (19)$$

diturunkan untuk beton yang bermutu lebih rendah, pada basis itu momen resist dari bagian yang retak, dengan tekanan baja yang diambil sekitar $2/3f_y$, pasti pada akhirnya sebesar momen yang menyebabkan anggota menjadi retak, dihitung pada basis dari modulus keruntuhan. Karena yang berikutnya diketahui menjadi lebih besar untuk beton mutu tinggi dari pada untuk beton mutu rendah, jelas bahwa mutu beton pasti terkandung dalam versi revisi dari rumus 19. Dengan modulus runtuh yang diambil pada $7,5 (f_c')^{0,5}$ ($0,62(f_c')^{0,5}$), dapat ditunjukkan bahwa:

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 2,7(f_c')^{0,5}/f_y \quad \text{psi} & (20) \\ &= 0,224(f_c')^{0,5}/f_y \quad \text{Mpa} > 1,38/f_y \text{ MPa} \end{aligned}$$

Akan menjadi persamaan yang tepat untuk semua mutu beton mulai dari 21 sampai dengan 83 MPa

2. 5. 3. 5. Geser [11]

Total daya tahan geser disusun dari dua bagian : V_s disediakan oleh stirrups dan V_c kontribusi beton nominal. Kontribusi beton nominal termasuk dalam langkah yang tidak didefinisikan, kontribusi dari beton yang tetap tidak retak pada puncak dari hipotesa retak diagonal, daya tahan disediakan oleh interlock aggregate sepanjang permukaan retak diagonal dan daya tahan *dowel* disediakan oleh baja bertulang pokok.

Beton yang bermutu tinggi diisi dalam tekanan *unaxial* yang patah tiba-tiba dan dalam melakukan juga, bisa membentuk permukaan runtuh yang halus dan mendekati plane. Hal ini benda dalam keadaan yang kontras karakteristik permukaan runtuh yang tidak rata dari beton yang bermutu rendah. Dalam balok dikontrol kekuatan geser, bagian dari tekanan adalah biaksial, kombinasi tekanan diagonal secara langsung dari beban titik sampai didukung dengan tension diagonal dalam garis tegak lurus langsung, crack tension diagonal dalam beton mutu tinggi dapat diharapkan untuk mempunyai permukaan yang halus, mungkin menjadi tidak sempurna dalam interlock aggregate. Dari data Frants di Universitas Connecticut telah menunjukkan bahwa penghitungan kontribusi beton V_c cukup memadai untuk beton mutu tinggi.

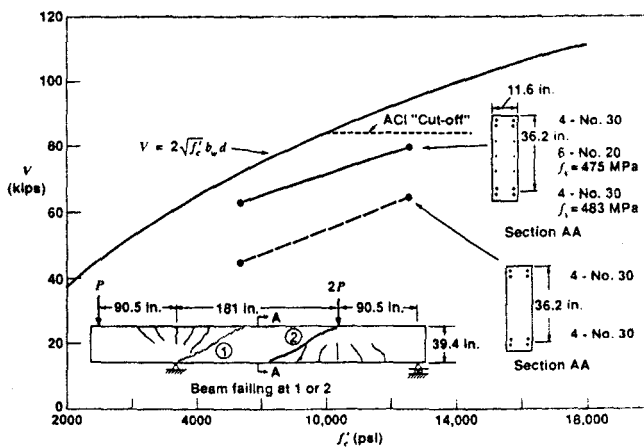
ACI-363 menyarankan bahwa batasan keamanan melawan kegagalan geser pada balok didesain oleh rumus (21),(22) layakanya lebih kecil untuk beton mutu tinggi daripada beton mutu rendah.

$$V_n = V_c + V_s \quad (21)$$

$$V_c = 2(fc')^{0.5}bwd \text{ psi} \quad (22)$$

$$= 0,17 (fc')^{0.5}bwd \text{ MPa}$$

Gambar 2.21 menyimpulkan, hasil dari penyusunan balok berisi hanya tulangan longitudinal yang dites oleh Collins dan Vegh di Universitas Toronto dengan tujuan studi keamanan dalam geser balok besar yang terbuat dari beton mutu tinggi. Hal ini dapat memperlihatkan bahwa kegagalan geser pada baja ini lebih kecil dari nilai yang diprediksikan oleh rumus (21) dan (22)



Gambar 2.21. Kegagalan Geser Dalam Balok Dites Oleh Collins Dan Vegh

2. 5. 3. 6. Cracking [7]

Modulus keruntuhan, yang diukur tepat dari mutu/kekuatan tensile beton untuk digunakan dalam memprediksi crack akibat beban lentur, telah dibicarakan dalam bab sebelumnya menjadi $11,7(fc')^{0,5}$ untuk beton dengan berat normal dengan kekuatan dalam range 21 sampai dengan 83 MPa.

2. 5. 3. 7. Defleksi Elastis

Ketidaktentuan utama dalam prediksi defleksi elastis dari balok beton bertulang adalah

- Modulus Elastis (E_c)
- Modulus Keruntuhan (f_r)
- Momen Efektif Kelembaman

yang tergantung pada tingkat keretakan dari balok.

Modulus keruntuhan telah dibicarakan dalam bagian sebelumnya . Untuk memprediksi defleksi nilai dari $7,5 (fc')^{0,5}$ mungkin digunakan untuk menghitung momen crack dari balok lentur. Persamaan untuk momen efektif dari kelembaman I_e di masukkan dalam ACI-318 yaitu :

$$\blacklozenge I_e = (M_{cr}/M_a)^3 I_g + [1-(M_{cr}/M_a)^3] I_{cr} \quad (23)$$

dimana:

M_{cr} = Momen crack

M_s = Momen maksimum

I_g = Momen inersia total

I_{cr} = Momen inersia saat transformasi crack

2. 5. 3.8. Defleksi Jangka Panjang [7]

Defleksi Jangka Panjang dari balok menyebabkan creep dan shrinkage segera dihitung dengan penerapan *multiplier* untuk menghitung defleksi elastis. Prosedur ini secara umum valid untuk komponen beton mutu tinggi, tapi data eksperimen menunjukkan bahwa *multiplier* mungkin tidak significant. Karena tipe koefisien creep yang lebih rendah pada beton mutu tinggi. Berdasar pada ACI-318 penambahan long term defleksion didapat menggunakan multiplier berikut:

$$\diamond \quad \frac{\xi}{1+50p'}$$

dimana,

ξ = rasio penulangan untuk nonpretressed

p' = time dependent faktor

2. 5. 3. 9. Bahan Berulang [7]

Beton mutu tinggi relatif bebas dari *mikro cracking internal* pada beban kerja, akan lebih resistant/bersifat melawan pada pembebanan ulang yang terdiri

dari putaran dalam jumlah yang besar pada range tekanan rendah yang secara relatif seperti dalam jembatan. Jika daktilitas merupakan pertimbangan yang penting, seperti kasus dalam desain yang bersifat melawan seismic, hal ini sangat penting untuk memasukkan baja tulangan lateral dalam bentuk mendekati hoop stirrups sebaik penulangan kompresi.

2. 5. 3. 10. Balok Beton Patekan [7]

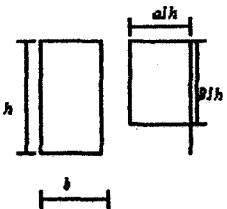
Pada tingkat tekanan beton yang sama, *time dependent deflection* dari balok beton mutu tinggi akan berkurang. Di lain hal, creep beton yang rendah akan sedikit berpengaruh pada defleksi beton patekan, karena naiknya defleksi creep menyebabkan terjadinya prestress, dalam beberapa kasus, dibatalkan dengan penurunan defleksi creep yang menyebabkan beban yang terus menerus. Ini berakibat dalam hanya sangat kecil jaringan defleksi yang berhubungan dengan semua pembebanan yang terus menerus.

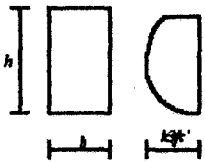
Untuk memberikan tingkatan pada tekanan beton, kehilangan kekuatan prestress menyebabkan creep dapat diharapkan menjadi banyak lebih kecil untuk balok patekan menggunakan beton mutu tinggi lebih tinggi, tekanan beton yang terus menerus akan meniadakan keuntungan ini.

Berikut ini akan diberikan rangkuman perbandingan antara beton mutu tinggi dengan beton normal (mutu rendah).

2.6. Rangkuman

No.	URAIAN	BETON NORMAL	BETON MUTU TINGGI
1	NOMINAL TEKAN (F_c')	20-60 MPa	60-100 MPa <i>(PCI JOURNAL May/June 1993) [10]</i>
2	TEGANGAN-REGANGAN	$\frac{f_c}{f_c'} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c'} \cdot \frac{n}{(n-1) + (\epsilon_c/\epsilon_c')^k}$ (Popovics) [11] dimana : $n = 0,8 + f_c'/2500 \text{ psi}$ $n = 0,8 + f_c'/17 \text{ MPa}$	$\frac{f_c}{f_c'} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c'} \cdot \frac{n}{(n-1) + (\epsilon_c/\epsilon_c')^k}$ (Thorenfeldt, Tomaszewicz dan Jensen) [11] dimana: a. $n = 0,8 + f_c'/2500 \text{ psi}$ $n = 0,8 + f_c'/17 \text{ MPa}$ b. $k = 1$, jika $\epsilon_c/\epsilon_c' < 1$ jika $\epsilon_c/\epsilon_c' > 1$ maka $k > 1$ sehingga: - $k = 0,67 + f_c'/9000 \text{ psi}$ - $k = 0,67 + f_c'/62 \text{ MPa}$ (Collins, Porasz, Mitchell) [11]
3	MODULUS ELASTISITAS	$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \text{ MPa}$	$E_c = 3320 \sqrt{f_c'} + 6900 \text{ MPa}$ (Russel, Saucier, Pfeiffer) [7]
4	MODULUS KERUNTUHAN	$f_r = 7,5 (f_c')^{0,5} \text{ psi}$ $f_r = 0,62 (f_c')^{0,5} \text{ MPa}$	$f_r = 11,7 (f_c')^{0,5} \text{ psi}$ $f_r = 0,94 (f_c')^{0,5} \text{ MPa}$ (ACI MANUAL PRACTICE) [7]
5	KAPASITAS BEBAN AKSIAL OLEH KOLOM $P = C F_c' (A_c - A_{st}) + F_y A_{st}$	$C = 0,8 - 0,85$	$C = 0,96 - 1,12$ (Karr, Hanson, Capell) [11]
6	TEKANAN SERAGAM TEGANGAN BLOK PERSEGI	1. $\beta_1 = 0,85$ untuk $f_c' < 30 \text{ MPa}$ 2. $\beta_1 = 0,85 - (f_c' - 30) \cdot 0,008$ untuk $30 < f_c' < 55 \text{ MPa}$	$\beta_1 = 0,65$ untuk $f_c' > 55 \text{ MPa}$



NO	URAIAN	BETON NORMAL	BETON MUTU TINGGI
7	TEKANAN PUNCAK (TEGANGAN-REGANGAN REALISTIK)	$K_3 = 0,85$	$K_3 = 0,6 + 10/Fc' \text{ MPa}$ $K_3 < 0,85$ (as kolom Universitas Sherbrooke, Universitas Albert, Universitas Toronto) [11]
			
8	RASIO TULANGAN	$\rho \text{ min} = 1,4/fy \text{ MPa}$	$\rho \text{ min} = 0,224 \cdot \frac{\sqrt{fc'}}{fy} \text{ MPa}$ (ACI MANUAL PRACTICE) [7]
9	GESER	$Vc = (fc')^{0,5} / 6 \cdot bw \cdot d \text{ MPa}$ Untuk komponen struktur yang dibebani geser dan lentur	"sama dengan perumusan beton normal" (Frantz, Universitas Connecticut) [7]

BAB III

DASAR-DASAR PERENCANAAN

3. 1. UMUM

Gedung Apartemen Taman Sejahtera yang berada di jalan Gayung Kebonsari ini direncanakan dan dibangun dengan sembilan lapis dengan tinggi rata-rata 3,65 m.

Metoda struktur yang dipakai adalah konstruksi rangka beton bertulang dengan sistem pracetak pada balok , gaya lateral ditahan oleh kolom dan shear wall. Pelat pracetak dianggap berfungsi sebagai diafragma rigid yang akan mendistribusikan pergeseran arah lateral secara merata.

3. 2. DATA-DATA BANGUNAN

Struktur Gedung Apartemen Taman Sejahtera memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Nama Gedung : Gedung Apartemen Taman Sejahtera
- Fungsi Bangunan : Apartemen.
- Lokasi : Jl. Gayung Kebonsari, Wonocolo, Surabaya.
- Jumlah Lantai : 9 lantai.
- Tinggi Bangunan : 36,50 meter.
- Luas Bangunan : 666 m².

- Rencana Struktur : Beton bertulang
- Zone Gempa : 4.
- Tingkat Duktilitas: 2 atau duktilitas terbatas ($\mu=2$, $k=2$).

3. 3. DATA TANAH

Penyelidikan tanah yang dilakukan Laboratorium Mekanika Tanah FTSP-ITS Surabaya menunjukkan bahwa kondisi tanah di bawah gedung tersebut adalah tanah lunak . Hal ini menyebabkan dibutuhkannya pondasi dalam untuk memikul struktur gedung tersebut. Data tanah tersebut berupa ; Bore Hole Log dan SPT.

3. 4. PERATURAN-PERATURAN YANG DIPAKAI

Di dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memakai pedoman peraturan yang ada antara lain :

- Pedoman Beton Indonesia 1971 (PBI '71).
- Standard Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SKSNIT-15-1991-03).
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPI '83).
- Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung 1983 (PPTGIUG '83).
- ACI 318 - 83 M.
- Standarisasi dalam PCI Design Handbook edisi ketiga untuk beton pratekan pracetak.

- ACI Structural Journal, March-April 1991, hal 277
- ACI Structural Journal, November-December 1991
- ACI Structural Journal, January-February 1994
- ACI Structural Journal, March-April 1994
- ACI Structural Journal, May-June 1994
- ACI Structural Journal, July-August 1994
- ACI Structural Journal, September-October 1994
- ACI Manual and Practise Part One
- Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa Dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983.

3. 5. MUTU BAHAN

- Beton

Beton cor setempat (over topping) = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

Beton untuk dinding geser dan kolom = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

Beton pada hollow core slab = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

Beton pada balok precast = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

Beton untuk pile cap dan Tie beam = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

Beton untuk tiang pancang = K 800 ($f_c' = 72,43$ MPa)

- Baja Tulangan

U₄₈

U₃₉

- Baja Prategang (Strand)

Grade = 270

Low relaxation

Diameter 9 mm

3. 6. PEMBEBANAN

Jenis pembebanan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan gedung perkantoran ini ditentukan berdasarkan asumsi pembebanan yang terdapat dalam Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, sebagai berikut :

3. 6. 1. Beban Mati

Mencakup berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung tersebut.

Beban mati yang akan diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah :

- Beton bertulang = 2400 kg/m^3
- Tembok batako = 120 kg/m^2
- Adukan semen , per cm tebal = 21 kg/m^2
- Penutup lantai teraso = 24 kg/m^2
- Kusen dan kaca = 40 kg/m^2
- Aspal = 14 kg/m^2

3. 6. 2. Beban Hidup

Mencakup semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung. Khusus pada atap beban hidup termasuk beban yang berasal dari air hujan.

Adapun beban hidup yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah :

- Lantai ruang kamar = 250 kg/m^2
- Atap = 100 kg/m^2
- Air hujan = 20 kg/m^2
- Tangga dan bordes = 300 kg/m^2

Berhubung peluang untuk terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama umur gedung sangat kecil, maka beban hidup dapat dikalikan dengan angka koefisien untuk perencanaan balok induk dan portal sebagai berikut :

- Rumah tinggal = 0,75
- Tangga dan Bordes = 0,75

3. 6. 3. Beban Angin

Mencakup semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara. Besarnya beban angin yang harus dipikul struktur adalah 40 kg/m^2 .

3. 6. 4. Beban Gempa

Merupakan gaya-gaya didalam struktur yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa. Beban gempa ini didasarkan pada PPTGIUG '83 dengan zone gempa 4 untuk daerah Surabaya.

3. 7. PERMODELAN STRUKTUR

3. 7. 1. Elemen Struktur

3. 7. 1. 1. Pelat

Pelat pada perencanaan ini didesain dalam tiga tahap pelaksanaan yaitu:

- A. Tahap pracetak, yaitu pada saat pelat non komposit dengan rangka struktur, sehingga asumsi perletakan pada pelat pracetak adalah tumpuan sendi.
- B. Tahap Topping, yaitu pelat terletak pada balok dan topping membebani pelat pracetak saat belum menjadi satu dengan rangka struktur, sehingga asumsi perletakan pada pelat pracetak adalah tumpuan sendi.
- C. Tahap Komposit, yaitu pelat pracetak telah menjadi satu kesatuan dengan balok dan topping, sehingga asumsi peletakan pada pelat pracetak adalah jepit-jepit.

Pelat memikul beban vertikal dalam arah memanjang dan melintang. Pada waktu pengangkutan (non komposit) beban yang bekerja adalah berat sendiri pelat total beban yang bekerja diterima oleh pelat komposit. Pelat dianggap sebagai diafragma yang sangat kaku ntuk mendistribusikan beban gempa. Sistem pelat

yang dipakai adalah hollow core slab yaitu gabungan pelat pracetak (hollow core) dengan cor setempat (over topping) yang membentuk suatu aksi komposit.

Faktor-faktor yang berpengaruh kepada pemilihan dan desain dari pelat adalah sebagai berikut :

- a. Jarak dari balok yang menahan pelat pracetak.
- b. Beban -beban yang diterima.
- c. Syarat-syarat konstruksi (lubang dan tinggi konstruksi).
- d. Kemungkinan untuk dibuat dan diangkut.

3. 7. 1. 2. Tangga

Tangga dimodelkan sebagai sistem tangga dengan tumpuan rol pada balok bordes dan tumpuan sendi pada balok lantai dipertimbangkan agar pengaruh tangga tidak banyak pengaruh pada struktur utama.

3. 7. 1. 3. Balok

Pada saat pelaksanaan atau pemasangan balok dimodelkan sebagai simple span member sedangkan pada akhir konstruksi (setelah diberi topping) dimodelkan sebagai continuous beam.

Balok dalam hal ini dibedakan dalam dua kondisi yaitu pada saat produksi yang hanya memikul berat sendiri dan saat pemakaian dalam struktur yang memikul gaya-gaya reaksi dari pelat dan tangga.

Balok juga merupakan kesatuan struktur dengan kolom dalam memikul beban lateral.

Ukuran dari balok sangat dipengaruhi oleh berat dari balok (kemungkinan untuk dibuat dan diangkut).

3. 7. 1. 4. Kolom

Elemen kolom dilaksanakan dengan metoda konstruksi cast in place. Jadi perencanaan elemen kolom cukup dari keadaan akhir struktur.

Kolom dalam perencanaan ini dimodelkan sebagai kantilever yang terjepit penuh pada ujungnya yang menerima beban gravitasi akibat plat dan balok yang nantinya diteruskan ke pondasi.

Karena pada stuktur ini diterapkan konsep Strong Coloumn Weak Beam untuk mencegah terjadinya mekanisme coloumn sidesway (Soft Story) pada waktu terjadi gempa kuat, maka momen bending kolom ditentukan berdasarkan kapasitas momem dari balok. Gaya geser kolom ditentukan dari momen-momen yang bekerja pada kolom untuk menjamin tidak terjadinya keruntuhan getas pada kolom.

3. 7. 1. 5. Shear Wall

Shear wall dianggap sebagai frame dengan memodelkan shear wall sebagai kolom dan balok fiktif. Sifat shear wall yang kaku dalam arah lateral dimodelkan

dengan membatasi derajat kebebasan translasi ujung-ujung luar balok fiktif sesuai dengan sumbu yang paling kaku dari penampang lateral.

3. 7. 1. 6. Pondasi

Pondasi diasumsikan menerima beban super struktur ditambah momen yang diakibatkan gaya lateral.

Hubungan pondasi dengan kolom dianggap jepit.

3. 7. 2. Struktur Pracetak

Elemen-elemen beton pracetak berfungsi sebagai struktur dengan ujung "*pin ended*" dan mengurangi/ menghapus perletakan sementara (bekisting) .

Unit-unit beton pracetak tetap sebagian integral dari konstruksi akhir dan mempunyai penulangan untuk mentransfer beban-beban vertikal dan beban horisontal yang ditransfer ke sistem penahan beban-beban lateral melalui diafragma/sambungan-sambungan yang didesain sebagaimana diperlukan.

Elemen-elemen beton pracetak meneruskan gaya vertikal juga melalui sistem penahan beban lateral ke pondasi.

Elemen-elemen beton pracetak dapat digabungkan dalam struktur melalui berbagai sambungan.

3. 7. 3. Sistem Struktur

Beban gravitasi yang terjadi pertama-tama diterima oleh pelat pracetak, yang kemudian reaksi dari pelat ini diterima oleh balok pracetak. Balok pracetak bersama dengan kolom dan shear wall mendistribusikan ke pondasi.

Beban-beban lateral yang terjadi diserap oleh struktur penahan lateral dimana sambungan pada struktur penahan lateral ini direncanakan sebagai sambungan yang tahan momen sehingga momen mendistribusikan beban lateral yang terjadi sampai ke pondasi dengan aman. Pada struktur ini, struktur penahan lateral yang dominan menyerap energi adalah shear wall.

3. 8. METODE DESAIN

Secara keseluruhan analisa struktur dilaksanakan dengan anggapan bahwa seluruh komponen struktur masih berperilaku elastis. Komponen yang bertulang di desain dengan cara kekuatan batas dengan demikian beban yang ada dikalikan dengan faktor beban sesuai persyaratan SKSNI T-15-1991-03/3.2.2. yaitu :

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

$$U = 1,05 (D + L_R + E)$$

Kekuatan komponen diperhitungkan berdasarkan pengaruh faktor reduksi kekuatan ϕ sesuai SKSNI T-15-1991-03/ 3.1.10.2 yaitu :

$$\text{Lentur tanpa beban aksial} = 0,8$$

$$\text{Aksial tekan dan kombinasi aksial tekan lentur dengan sengkang biasa} = 0,65$$

Geser dan torsi = 0,6

Penulangan struktur utama didesain dengan tingkat daktilitas terbatas. Filosofi perancangan bangunan tahan gempa Indonesia yaitu :

Bangunan tidak boleh rusak oleh gempa kuat.

Akibat gempa sedang bangunan boleh mengalami kerusakan hanya pada elemen sekunder.

Akibat gempa besar bangunan boleh rusak asal tidak runtuh mendadak (brittle).

Metoda perancangan dengan daktilitas terbatas akan memberikan penyelesaian yang lebih sederhana dari pada metoda kapasitas desain dikarenakan tuntutan daktilitas demikian kurang dari yang disyaratkan pada struktur dengan tingkat daktilitas penuh, maka pendetailan yang dituntut menjadi lebih longgar.

Tetapi sebagai akibatnya beban gempa rencana harus dua kali lebih besar faktor tipe struktur yang dipakai dalam perancangan harus diambil sama dengan dua ($k=2$).

Perencanaan struktur dengan duktilitas dua diatur dalam pasal 3.14.9 SKSNI T-15-1991-03.

3. 9. ASUMSI, METODE ANALISA DAN PERHITUNGAN

Dalam melakukan analisa dan perhitungan untuk merencanakan gedung ini, asumsi dan metode perencanaan yang digunakan adalah :

-Pelat lantai digunakan Hollow Core Slab. Perencanaan dan perhitungannya sebagai diafragma yang berfungsi membagikan beban geser kepada struktur penahan gempa.

-Untuk menganalisa beberapa unsur sekunder digunakan bantuan paket program SAP '90.

- Perencanaan balok dibedakan dalam dua kondisi, yaitu saat pelaksanaan (pemasangan) dimodelkan sebagai simple beam dengan perletakan sendi-rol. Sedangkan pada akhir konstruksi dimodelkan sebagai continous beam, sehingga dapat diperoleh penulangan akibat momen negatif. Balok yang digunakan adalah balok pracetak bertulang biasa (non prestress). Penulangan momen negatif pada balok menggunakan momen negatif yang berasal dari output ETABS hasil kombinasi pembebanan, sedangkan penulangan momen positifnya menggunakan momen positif yang terbesar dari momen hasil output Program ETABS atau momen saat produksi.

- Struktur utama merupakan struktur rangka tahan momen yang dikombinasikan dengan dinding geser, dianalisa tiga dimensi dengan bantuan program ETABS.
- Pengaruh gempa pada struktur ini dianalisa dengan ragam spektrum respon. Hal ini dilakukan karena bentuk struktur masuk katagori

simetris menurut PPTGIUG 1983. Untuk analisa dengan cara ini maka massa tiap-tiap lantai dapat diasumsikan terpusat pada satu nodal atau master joint (lumped mass parameter).

- Secara keseluruhan struktur direncanakan dengan tingkat daktilitas terbatas.

3. 10. PERENCANAAN TERHADAP GEMPA

Struktur Gedung Apartemen Taman Sejahtera ini direncanakan dengan tingkat daktilitas terbatas, karena gedung berada dalam zone gempa 4 yang menurut ACI digolongkan dalam daerah medium risk. Metode penyelesaian yang dipakai dalam analisa gempa dinamis pada perencanaan gedung ini adalah Respon Spectrum Analysis, dimana pada gedung akan dikenakan spectrum percepatan respon gempa rencana yang dihitung menurut diagram koefisien gempa dasar C untuk wilayah gempa zone 4 dengan struktur diatas tanah lunak. Sebagai penahan gempa digunakan kombinasi antara portal dengan dinding geser.

3. 10. 1. PENGERTIAN DAKTILITAS

Sesuai dengan filosofi perencanaan bangunan tahan gempa di Indonesia menurut PPTGIUG '83 bahwa perencanaan dari suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah menjamin struktur bangunan tersebut agar tidak rusak/runtuh oleh gempa kecil atau sedang, tetapi oleh gempa yang kuat struktur utama boleh rusak tetapi tidak boleh sampai terjadi suatu keruntuhan gedung. Hal ini dapat dicapai

jika struktur gedung tersebut mampu melakukan perubahan bentuk secara daktail, dengan cara memencarkan energi gempa dan membatasi gaya gempa yang bekerja padanya. Melelehnya elemen-elemen struktur akibat gempa kuat, ditandai dengan terbentuknya sejumlah sendi plastis. Jadi sesungguhnya pada fase ini perilaku struktur tidak lagi linier.

Suatu ukuran bagi kemampuan struktur untuk menyimpan dan memencarkan energi adalah perbandingan antara simpangan maximum (Δu) dan simpangan awal pada suatu kelelahan pertama (Δy) yang disebut sebagai faktor daktilitas ($\mu = \Delta u / \Delta y$). Untuk menjamin tersedianya daktilitas yang cukup dalam struktur tersebut harus dipenuhi syarat-syarat pendetailan yang diatur dalam buku Pedoman Perencanaan Tahan Gempa untuk Gedung 1983.

3. 10. 2. TINGKATAN DAKTILITAS

Mengenai tingkatan daktilitas ini, SKSNI '91 pasal 3.14.1. mengklasifikasikan tingkat daktilitas sebagai berikut :

a. Tingkat Daktilitas 1

Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga ketentuan tambahan atas penyelesaian detail pada struktur bangunan sangat sedikit (struktur sepenuhnya elastis , $\mu = 1$). Beban rancang lateral dasar harus dikalikan dengan suatu faktor Type Struktur (K) sebesar 4.

b. Tingkat Daktilitas 2

Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail khusus akan memungkinkan struktur memberikan respon inelastis terhadap beban siklis yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas, $\mu = 2$. Beban gempa rencana kalikan faktor K minimum 2.

c. Tingkat Daktilitas 3

Struktur beton diproporsikan berdasarkan suatu ketentuan penyelesaian detail khusus akan memungkinkan struktur memberikan respon inelastis terhadap beban siklis yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme sendi plastis dengan kapasitas disain energi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan, $\mu = 4$. Beban rancang lateral dikalikan 1.

3. 10. 3. DASAR PEMILIHAN TINGKAT DAKTILITAS DUA

Bila suatu gedung direncanakan dengan tingkat daktilitas 1, maka beban gempa yang direncanakan adalah 4 kali beban gempa yang dihitung sesuai dengan analisa respons spectrum. Karena besarnya beban gempa tersebut, maka ukuran penampang menjadi sangat besar, sehingga perencanaan bangunan menjadi tidak ekonomis lagi.

Perencanaan dengan tingkat daktilitas 3 (daktilitas penuh) akan memerlukan prosedur disain yang lebih kompleks dan rumit karena harus menghitung kapasitas dari struktur tersebut (metode disain kapasitas). Selain itu, untuk mencapai nilai daktilitas yang disyaratkan, dibutuhkan pengaturan

pemasangan penulangan yang cukup rumit pada tempat-tempat sendi plastis yang diharapkan terjadi.

Karena kekomplekan dari daktilitas penuh ini, maka dikembangkanlah perencanaan dengan daktilitas terbatas. Pada struktur dengan tingkat daktilitas dua (terbatas), faktor daktilitasnya adalah dua. Artinya : beban gempa hanya dikalikan dua, maka tuntutan daktilitas untuk mengatasi gempa kuat yang melampaui taraf gempa rencana tidak setinggi perencanaan pada struktur dengan tingkat daktilitas penuh. Dengan kata lain syarat-syarat pendetailan yang dituntut menjadi lebih longgar. Perencanaan struktur dengan tingkat daktilitas dua harus memperhatikan aturan dalam pasal 3.14.9 SKSNI '91.

BAB IV

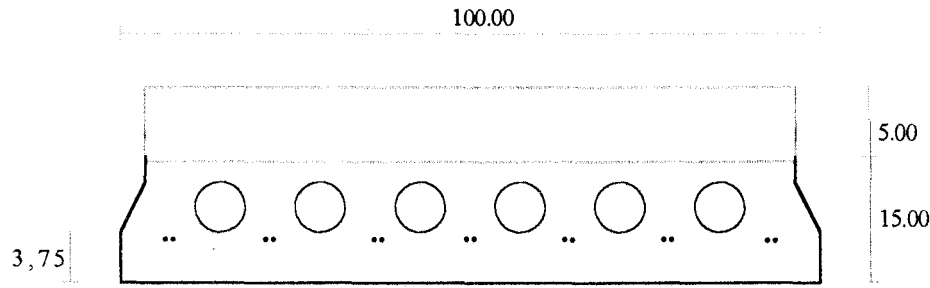
PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

4. 1. Perencanaan Elemen Pelat Hollow Core Slab (HCS)

Lantai suatu bangunan gedung sampai saat ini pada umumnya disatukan dengan balok, kolom dan dinding beton secara monolit (cast in place). Namun dalam tugas akhir ini lantai gedung Apartemen Taman Sejahtera akan direncanakan menggunakan elemen pracetak yaitu hollow core slab.

Pelat lantai disamping berfungsi sebagai struktur pemikul beban grafitasi, juga memegang peranan penting sebagai diafragma horisontal yang menyalurkan beban lateral (angin dan gempa) secara proposional kepada komponen struktur vertikal seperti kolom dan dinding geser. Sambungan antar komponen struktur pracetak memegang peranan penting dalam menjamin integritas dari elemen pracetak sehingga fungsinya sebagai diafragma dapat tercapai.

4. 1. 1. Data Perencanaan



Section property

	tanpa topping	dengan topping
A	1029,12 cm ²	1529,12 cm ²
I	25.185,36 cm ⁴	40.606,578 cm ⁴
Yb	7,5 cm	10,77 cm
Yt	7,5 cm	9,23 cm
Wb	3.358,05 cm ³	3.770,3 cm ³
Wt	3.358,05 cm ³	4.399,4 cm ³
d	3,75 cm	
bw	40 cm	
qnett	226,4 kg/m	
q*	235,08 kg/m	
V/S	4,47 cm	

* tambah filler

- Beton :

- Hollow Core Slab K = 800 ($f_c' = 72,43$ Mpa, $E_c = 35155,13$ Mpa)

- Topping K = 800 ($f_c' = 72,43$ Mpa; $E_c = 35155,13$ Mpa)

- PC Wire :

- ϕ 9mm

- $f_{pu} = 18.620$ kg/cm²; $f_{pi} = 0,75 * f_{pu} = 13965$ kg/cm²

- $E_s = 2 \cdot 10^6$ kg/cm²

Hollow core slab diproduksi dengan metode pratarik dan PC Wire diputus pada saat umur beton tujuh (7) hari.

4. 1. 2. Pembebanan

Beban mati :

1. Beban sendiri = $235,08 \text{ kg/m}^2 \times 1 \times 10 = 2350,8 \text{ N/m}$
2. Beban topping = $0,05 \times 2400 \times 10 \times 1 = 1200 \text{ N/m}$
3. Adukan semen (4 cm) = $4 \times 1 \times 21,10 = 840 \text{ N/m}$
4. Teraso (4 cm) = $4 \times 24 \times 1 \times 10 = 960 \text{ N/m}$

Beban hidup :

1. Ruang pelengkap = $1 \times 250 \times 10 = 25000 \text{ N/m}$
2. Pekerja = $1 \times 100 \times 10 = 1000 \text{ N/m}$
3. Atap = $1 \times 100 \times 10 = 1000 \text{ N/m}$

Superimposed load = $250 + 4 \times 21 + 4 \times 24 = 390 \text{ kg/m}^2$

Batasan tegangan yang harus diperhatikan dalam perencanaan elemen pratekan terdapat dalam SKSNI ps 3.11.4, yaitu :

- Saat jacking :

$$f_b = 0,6.f_{ci}' = 0,6 \times (0,75 \times 73,43) = 32,4 \text{ MPa} = 324 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan).}$$

$$f_t = 0,5 (f_c')^{0,5} = 0,5 \times (0,75 \times 72,43)^{0,5} = 3,69 \text{ MPa} = 36,9 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tarik)}$$

- Saat service (setelah terjadi kehilangan pratekan)

$$f_b = 0,5.(f_c')^{0,5} = 0,5 \times (72,43)^{0,5} = 4,26 \text{ MPa} = 42,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tarik)}$$

$$f_t = 0,45.f_c' = 0,45 \times 72,43 = 32,6 \text{ MPa} = 326 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan).}$$

4. 1. 3. Contoh Perhitungan

Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pemeriksaan kekuatan HCS

Tipe I + 50 mm topping yang digunakan pada level 2.

4. 1. 3. 1. Kontrol Tegangan

1. Saat Produksi.

$$A_c = 1029,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{ps} = 14 \times 1/4 \times \pi \times 9^2 = 891 \text{ mm}^2 = 8,91 \text{ cm}^2$$

$$f_{pu} = 18620 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{pi} = 0,75 \times 18620 = 13965 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_o = f_{pi} \times A_{ps} \times 0,9$$

$$= 13965 \times 8,91 \times 0,9 = 111985 \text{ kg}$$

$$e = Y_b - d = 7,5 - 3,75 = 3,75 \text{ cm}$$

$$F_{se} = 0,8 \times F_o = 89588 \text{ kg}$$

$$M_g = 1/8 \times 226,4 \times 1 \times 8,5^2 = 2044,675 \text{ kgm} = 204467,5 \text{ kgcm}$$

$$f_t = \frac{F_o}{A_c} - \frac{F_o \cdot e}{W_t} + \frac{M_g}{W_t}$$

$$= \frac{111985}{1029,12} - \frac{111985 \times 3,75}{3358,05} + \frac{204467}{3358,0} = 44,82 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan).}$$

$$f_b = \frac{F_o}{A_c} + \frac{F_o \cdot e}{W_b} - \frac{M_g}{W_b} = 172,82 \text{ kg/cm}^2$$

2. Saat Pemasangan

Sebagai angka keamanan akibat adanya beban dinamis saat melakukan

pemasangan, maka beban harus dikalikan dengan impact faktor sesuai tabel 5.2.1

PCI..

Asumsi pada fase ini telah terjadi kehilangan pratekan sebesar 20% dari F_o sehingga besarnya

$$M_g = 1,5 \times 2044,675 = 306701,3 \text{ kgcm}$$

$$M_{pekerja} = 1,5 \times 100 \times 1/8 \times 8,5^2 = 135468,8 \text{ kgcm}$$

$$f_b = \frac{f_{se}}{A_c} + \frac{f_{se} \cdot e}{W_b} - \frac{(M_g + M_{pek})}{W_b} = 55,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_t = \frac{f_{se}}{A_c} - \frac{f_{se} \cdot e}{W_t} + \frac{(M_g + M_{pe})}{W_t} = 119,06 \text{ kg/cm}^2$$

3. Saat Pengecoran Topping

$$M_g = 1,2 \times 2044,675 = 245361 \text{ kgcm}$$

$$M_{topping} = 1,2 \times 120 \times 1/8 \times 8,5^2 = 130050 \text{ kgcm}$$

$$M_{pekerja} = 1,6 \times 100 \times 1/8 \times 8,5^2 = 144500 \text{ kgcm}$$

$$f_b = \frac{f_{se}}{A_c} + \frac{f_{se} \cdot e}{W_b} - \frac{(M_g + M_{top} + M_{pek})}{W_b} = 32,056 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_t = \frac{f_{se}}{A_c} - \frac{f_{se} \cdot e}{W_t} + \frac{(M_g + M_{top} + M_{pek})}{W_t} = 142,06 \text{ kg/cm}^2$$

4. Saat Komposit (service)

$$M_g = 245361 \text{ kgcm}$$

$$M_{top} = 130050 \text{ kgcm}$$

$$M_P = M_g + M_{top} = 375411 \text{ kgcm}$$

$$M_{hidup} = 1,6 \times 1/8 \times 250 \times 8,5^2 = 361250 \text{ kgcm}$$

$$M_{finishing} = 1,2 \times 1/8 \times (84,4 + 96) \times 8,5^2 = 195508,5 \text{ kgcm}$$

$$MC = M_{hidup} + M_{finishing} = 556758,5 \text{ kgcm}$$

$$K_b = K_t = W_b/A_c = 3358,05/1029,12 = 3,26$$

$$m_t = (I/Y_t)/(I'/Y_t') = (25185,36/7,5)/(40606,58/9,23) = 0,76$$

$$m_b = (I/Y_b)/(I'/Y_b') = (25185,36/7,5)/(40606,58/10,78) = 0,89$$

$$e_c = Y_b' - e = 10,77 - 3,75 = 7,02 \text{ cm}$$

$$f_b = \frac{f_{se}}{A_c} + \frac{(f_{se}.e_c - MP - m_b.MC)}{A_c.K_t} = 14,91 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)... Ok!}$$

$$f_t = \frac{f_{se}}{A_c} + \frac{(-f_{se}.e_c + MP + m_t.MC)}{A_c.K_b} = 227,04 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)... Ok!}$$

Untuk menghindari retak, maka tegangan tarik pada serat bawah saat komposit harus lebih kecil dari modulus keruntuhan lentur yang disyaratkan dalam *ACI Manual Of Concrete Practicers*, yaitu $f_r = 0,97(f_c') = 82,55 \text{ kg/cm}^2$.

4. 1. 3. 2. Kontrol Kehilangan Gaya Prategang

1. Elastic Shortening

$$ES = K_{es} \cdot \frac{ES}{E_{ci}} \cdot f_{eir}$$

$$\begin{aligned} f_{cir} &= \frac{F_o}{A_c} + \frac{F_o.e^2}{I} - \frac{Mg.e}{I} \\ &= \frac{111985}{1029,12} + \frac{111985 \times 3,75^2}{25185,36} - \frac{20}{25185,36} = 151,2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$E_s = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ci} = 313\,696 \text{ kg/cm}^2 \text{ (umur 7 hari)}$$

$$ES = 1 \times \frac{2 \cdot 10^6}{313696} \times 151,2 = 1012 \text{ kg/cm}^2$$

2. Concrete Creep

$$CR = Ker \cdot \frac{Es}{Ec} (feir-feds)$$

$$fcds = Msd \cdot e/I$$

Msd = momen tidak berfaktor akibat superimposed dead load.

$$fcds = \frac{(1/8 \times 1,2 \times 850^2 + 1/8 \cdot (0,84 + 0,96) \times 850^2) \cdot 3,7}{25185,36} = 40,34 \text{ kg/cm}^2$$

$$CR = 1,6 \times \frac{2,10^6}{351551,3} (151,2 - 40,34) = 1009 \text{ kg/cm}^2$$

3. Susut Beton (Shrinkage of Concrete)

$$SH = 8,2 \cdot 10^{-6} \cdot Ksh \cdot Es \cdot (1 - 0,0236 \cdot V/S) \cdot (100 - RH)$$

$$V = Ac \cdot L = 1029,12 \times 850 = 874752 \text{ cm}^3$$

$$S = (100 + 100 + 2 \times 15) \times 850 = 195500 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} SH &= 8,2 \cdot 10^{-6} \times 1 \times 2 \cdot 10^5 \times (1 - 0,0236 \times 4,47) \times (100 - 75) \\ &= 4,33 \text{ MPa} = 43,3 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

4. Relaksasi Baja

Dari tabel 4-5 dan 4-6 TY lin, untuk strand 1860 low Relaxation.

$$Kre = 35; J = 0,04; fpi/fpu = 0,75; C = 1$$

$$RE = [Kre - J(SH + CR + ES)] \cdot C$$

$$= [35 - 0,04 \times (4,33 + 100,9 + 101,2)] \times 1$$

$$= 26,74 \text{ MPa} = 267,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Total kehilangan pratekan} = 267,4 + 43,3 + 1009 + 1012 = 2331,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\% = \frac{2331,7}{13965} = 16,7 \% < 20 \% \text{OK!}$$

4. 1. 3. 3. Kontrol Tegangan Runtuh

Momen yang menghasilkan retak-retak rambut yang pertama pada elemen pratekan yang disebut momen retak (M_{cr}). Untuk menghindarkan retak-retak ini maka penampang pratekan harus memiliki momen kapasitas lebih besar atau sama dengan $1,2 M_{cr}$ ($\phi M_n \geq M_{cr}$). M_{cr} terjadi saat f_r tercapai, sehingga M_{cr} dapat dihitung sebagai

$$M_{cr} = \frac{I}{Y_b} \left(\frac{F_{se}}{A_c} + \frac{F_{se,cc}}{W_b} + f_r \right)$$

$$\phi M_n = \phi \cdot A_{ps} \cdot f_{ps} \cdot (d_p - a/2)$$

$$d_p = 15 - 3,75 = 11,25 \text{ cm}$$

$$f_{ps} = f_{pu} \left[1 - \frac{\gamma_p}{\beta_1} \left(\rho_p \cdot \frac{f_{pu}}{f'_c} \right) \right] \quad (\text{Pers. 3.11-3 SKSNI})$$

$\gamma_p = 0.28$ untuk low relaksasi

$$\beta_1 = 0.65 \quad f'_c > 55 \text{ Mpa} \quad (\text{ACI 318-83})$$

$$\rho_p = A_{ps} / b d_p = 8,91 / (100 \times 11,25) = 7,92 \cdot 10^{-3}$$

$$f_{ps} = 18620 (1 - 0.28 / 0.65 (7,92 \cdot 10^{-3} \cdot 18620 / 724,3))$$

$$= 16987 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega_p = (\rho_p \times f_{ps}) / f'_c$$

$$= (7,92 \cdot 10^{-3} \times 16987) / 724,3 = 0,186 < 0.36 \times 0.65 = 0,186 < 0,234 \text{ ok !}$$

$$a = (A_{ps} \times f_{ps}) / (0,74 f'_c b) \quad (\text{analisa penampang persegi})$$

$$= (8,91 \times 16987) / (0,74 \times 724,3 \times 100) = 2,82$$

$$\phi Mn = 0,9 \times 8,91 \times 16987 \times (11,25 - 2,82/2) = 1341755 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned} M_u &= M_g + M_{top} + M_{hidup} + M_{finishing} \\ &= 932169,5 \text{ kgcm} < \phi Mn \end{aligned}$$

$$F_{se} = 89588$$

$$M_{cr} = \frac{40606,578}{10,77} \times \left[\frac{89588}{1529,12} + \frac{89588}{4399,4} + 0,97 \sqrt{72,43} \right] \text{ Mpa} = 1068141 \text{ kgcm}$$

$$\frac{\phi Mn}{M_{cr}} = 1,26 > 1,2 \dots \text{OK!}$$

4. 1. 3. 4. Kontrol geser (Saat service/komposit)

Desain geser pada HCS prosedurnya sama dengan elemen pratekan biasa .

Namun kebanyakan HCS tidak menyediakan sengkang karena kesulitan dalam pelaksanaannya. Apabila gaya geser yang terjadi lebih besar dari kemampuan beton memikul geser, maka cara mengatasinya dengan mengurangi jumlah lubang pada HCS sehingga menambah lebar badan (bw) dari elemen

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{pers. 3. 4-1 SKSNI})$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s \quad (\text{pers. 3. 4-2 SKSNI})$$

Karena tidak menyediakan sengkang, maka $\phi V_s = 0$. ϕV_c diambil dari harga terkecil ϕV_{ci} atau ϕV_{cw} (pers. 3. 4.4-2 SKSNI)

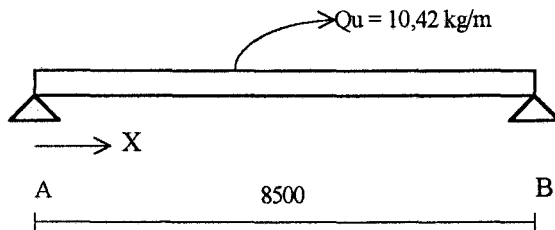
$$f_{pi} = 11900 \text{ kg/cm}^2$$

Superimposed load

- Beban mati :	1. Berat sendiri	= 235 kg/m
	2. Topping	= 120 kg/m
	3. Semen	= 84 kg/m
	4. Teraso	= 96 kg/m
		_____ +
		535 kg/m

- Beban hidup : R. pelengkap = 250 kg/m

$$Q_u = 1,2 \times 535 + 1,6 \times 250 = 1042 \text{ kg/m} = 10,42 \text{ N/mm}$$



$$R_A = R_B = 4428,5 \text{ kg}$$

$$D_x = R_A - Q \cdot x = V_u$$

$$M_x = R_A \cdot x - \frac{1}{2} \cdot Q \cdot x^2 = M_u$$

$$\phi V_{cw} = 0,6 \times 0,3 \times (\sqrt{f'_{c'}} + f_{pc}) \times b_w \times d \quad (\text{pers.3.4.-13 SKSNI})$$

Harga = d dipilih nilai terbesar antara jarak dari serat tekan ekstrim ke pusat baja

prategang dan 0,8 h.

$$\begin{aligned} \phi V_{cw} &= 0,6 \cdot 0,3 \left(\sqrt{72,43} + f_{pc} \right) \cdot 400 \cdot (200 - 37,5) \\ &= 99573,8 + 11700 f_{pc} \end{aligned}$$

$$l_d = 100 \cdot d_b = 100 \cdot 9 = 900 \text{ mm} \quad (\text{pers.3.4.4.-4 SKSNI})$$

$$A_{ps.fse} = 891 \cdot 1396,5 \left(\frac{x}{900} \right) \cdot (1 - 0,167) = 1151,65 x$$

Perencanaan Struktur Sekunder

$$f_{pc} = A_{ps} \cdot f_{se} / A_c$$

$$= 1151,65x / 152912 = 7,53 \cdot 10^{-3} x$$

$$\phi V_{cw} = 99573,8 + 88,12x$$

$$\phi V_{ci} = 0,6 \cdot (0,05 \times \sqrt{f'_{c'}} \cdot b_w \cdot d + V_d + \frac{V_i \cdot M_{cr}}{M_{max}}) \quad (\text{pers.3.4.-11 SKSNI})$$

$$V_d = (2,3508 + 1,2) [(8500/2) - x] = 15090,9 - 3,5508x$$

$$V_i = V_u - V_d$$

$$M_{cr} = \frac{I}{Y_b} \left[\frac{\sqrt{f'_{c'}}}{2} + f_{pe} - f_d \right] \quad (\text{pers.3.4.-12 SKSNI})$$

$$f_{pe} = A_{ps} \cdot f_{se} \cdot \left(\frac{1}{A_c} + e \cdot \frac{Y_b}{I} \right) \dots \dots \text{Keadaan komposit}$$

$$= 89588 \left[\frac{1}{152,12} + 5,27 \cdot \frac{10,77}{40606,578} \right] = 225,39 \text{ kg/cm}^2 = 22,539 \text{ MPa}$$

$$f_d = \frac{M_d}{W_b} = \frac{15090,9 - 1,775x}{4.399.400} = 3,43 \cdot 10^{-3} x - 4,035 \cdot 10^{-7} x^2$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{40.606.5780}{107,7} \left[\frac{\sqrt{72,43}}{2} + 22,53 - 3,4310^{-3} x + 8,07 \cdot 10^{-7} x^2 \right] \\ &= 100989690,6 - 12932,27x + 3,04x^2 \end{aligned}$$

$$M_{max} = M_u - M_d$$

Perhitungan secara lengkap dilakukan dengan bantuan program Q-pro karena mengandung variabel x.

Namun ditumpuan dimana gaya V_u maksimal sebesar 4428,5 kg, maka

$$\phi V_{cw} = 99573,8 \text{ N} = 9957,83 \text{ kg} \text{ dan } \phi V_{ci} = \infty$$

$V_u < \phi V_{cw}$ tidak perlu sengkang, beton mampu menahan gaya geser yang terjadi.

4. 1. 3. 5. Kontrol Horizontal Penampang Komposit

Saat permukaan HCS diberi topping dan mengeras, maka HCS dengan toppingnya akan menjadi komposit. Untuk itu harus dikontrol kebutuhan tulangan pengikat (*tie reinforced*) untuk menyalurkan geser horisontal yang terjadi dipermukaan HCS.

$$V_u \leq \phi V_{nh} \quad (\text{pers.3.10.-1 SKSNI})$$

Ada dua cara untuk memeriksa geser horisontal yang terjadi pada penampang komposit yaitu :

1. Menurut pasal 3.10.5-2 SKSNI, V_u = gaya geser berfaktor dari penampang yang ditinjau dan $V_{nh} = 0,6 \times b \times v \times d$.
2. Menurut pasal 3.10.5-3 SKSNI, V_u dihitung dari perubahan aktual gaya tekan dan tarik didalam sembarang segmen dan $V_{nh} = 0,6 \times b \times v \times l_v / 2$.

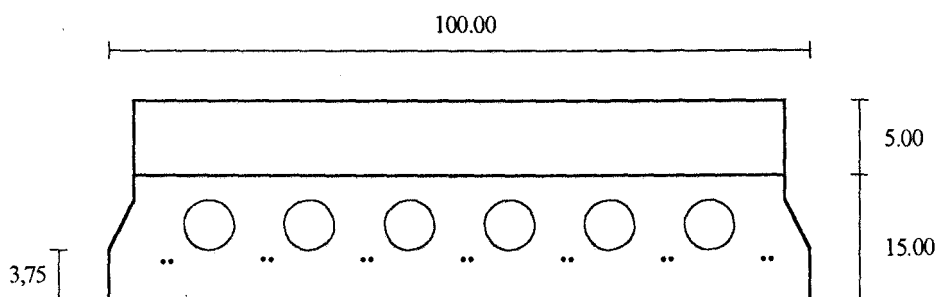
Metoda 1. (3.10.5.2 SKSNI)

$$V_u = 4428,5 \text{ N}$$

$$\phi V_{nh} = 0,6 \times 0,6 \times 1000 \times (200 - 37,5) = 58500 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_{nh} \dots \text{OK!}$$

Metoda 2. (3.10.5.3 SKSNI)



$$\text{Topping } f_e' = 72,43 \text{ Mpa}$$

$$A_{\text{top}} = 5 \times 100 = 500 \text{ cm}^2$$

$$C_c = 0,74 \times 724,3 \times 500 = 267991 \text{ kg}$$

$$T = A_{ps} \cdot f_{ps} = 8,91 \times 16987 = 151354,17 \text{ kg}$$

karena $T < C_c$ maka gaya geser tidak bekerja dipermukaan HCS melainkan dibadan HCS.

Sehingga untuk pemeriksaan geser horisontal V_u diambil sama dengan T .

$$\phi V_{nh} = 0,6 \times 0,6 \times 1000 \times 8500 / 2 = 1530000 \text{ N} = 153000 \text{ kg.}$$

$$V_u < \phi V_{nh} \dots \text{OK!}$$

Dari kedua metoda diatas ternyata pada HCS tidak diperlukan *shear connector* khusus untuk menahan gaya besar horisontal dengan syarat bidang kontraknya bersih dari serpihan dan secara sengaja dikasarkan.

4. 1. 3. 6. Kontrol Lendutan dan Camber

$$\text{Camber} = \frac{F_o \cdot e \cdot l^2}{8 \cdot E_c \cdot I} - \frac{5 \cdot q \cdot l^2}{384 \cdot E_c \cdot I}$$

Untuk perhitungan camber dan defleksi pada berbagai macam keadaan dalam jangka waktu yang lama, disediakan faktor pengali yang tertera dalam tabel 2.4.1 *PCI Design Hand Book*. Sedangkan sebagai batasan besarnya defleksi tercantum dalam tabel 3.2.5(b) SKSNI.

$$A_{ps} = 6,16 \text{ cm}^2$$

$$f_{pi} = 11900 \text{ kg/cm}^2$$

Saat pemutusan PC Wire diasumsikan terjadi kehilangan pratekan 10%.

$$F_o = 6,16 \times 11900 \times 0,9 = 65973,6 \text{ kg}$$

$$\text{Bentang (L)} = 8500 \text{ mm}$$

1. Saat produksi

$$\text{Beton umur 7 hari, } E_{ci} = 313696,6 \text{ MPa}$$

$$e = 3,75 \text{ cm}$$

$$\text{Camber} = \frac{111985,3,75 \times 850^2}{8 \cdot 313 \cdot 696,6 \cdot 25185,36} - \frac{5 \cdot 2,35 \cdot 850^4}{384 \cdot 313 \cdot 696,6 \cdot 25185,36} = 4,8 - 2,02 = 2,78 \text{ cm}$$

2. Saat pemasangan

$$\text{Camber} = 4,8(1,811) - 2,02(1,85) = 4,903 \text{ cm}$$

3. Saat HCS telah terpasang ditempat

$$\text{Camber} = 4,8(2,45) - 2,02(1,85) = 6,306 \text{ cm (keatas)}$$

4. Defleksi saat pemgecoran topping ($E_c = 351551,3 \text{ MPa}$)

$$\text{Defleksi} = \frac{5 \times 1,2 \times 850^4}{384 \cdot 351551,3 \cdot 25185,3} = 0,92 \text{ cm}$$

$$\text{Defleksi Jangka Panjang} = 0,92 \times 3 = 2,76 \text{ cm}$$

5. Defleksi akibat beban mati (setelah komposit)

$$\text{Defleksi} = \frac{5 \cdot (0,84 + 0,96) \cdot 850^4}{384 \cdot 351551,3 \cdot 40606,57} = 0,46 \text{ cm}$$

$$\text{Defleksi jangka panjang} = 0,45 \times 3 = 1,35 \text{ cm}$$

6. Defleksi akibat beban hidup

$$\text{Defleksi} = \frac{5 \times 2,5 \times 850^4}{384 \times 351551,3 \times 40606,57} = 1,19 \text{ cm}$$

$$\text{Total} = 6,306 - 2,76 - 1,35 - 1,19 = 1,006 \text{ cm} < 1/480 \text{ cm}$$

$$< 840/480 = 1,77 \text{ cm (SKSNI Tabel 3.2.5(b))}$$

4. 1. 3. 7. Penanganan Produk

Ada 4 fase yang harus dilalui oleh elemen pracetak menuju ke posisi akhirnya di proyek, yaitu :

1. Pengangkatan
2. Penyimpanan
3. Pengangkatan ke job site
4. Pemasangan

Batasan yang harus dipenuhi dalam melalui 4 fase ini adalah elemen tidak boleh mengalami retak . Sehingga penentuan letak titik angkat arus ditentukan sedemikian rupa sehingga tegangan yang terjadi dielemen tidak melebihi tegangan retak yaitu :

$f_r = 0,94(f_c')^{0,5}$. Untuk menentukan letak titik angkat PCI Design Hand Book memberikan saran yang tertera dalam gambar 5.2.4 - 5.2.11 dan sebagai angka keamanan tertera dalam tabel 5.2.1.

Penentuan Letak Titik Angkat

$$q = 226,4 \text{ kg/m}^2$$

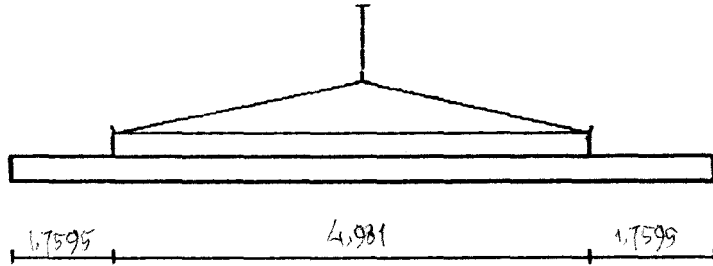
$$f_c' = 72,43 \text{ Mpa}$$

$$\text{Umur 7 hari } f_{ci}' = 54,32$$

a. Fase pengangkatan dan penyimpanan.

$$f_r = 0,97(54,32)^{0,5} = 7,15 \text{ Mpa} = 71,5 \text{ kg/cm}^2 \dots (\text{ACI MANUAL})$$

Arah sumbu Y :

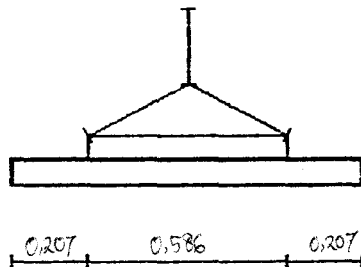


$$M_y = 0,0107 qb^2 = 0,0107 \cdot 226,4 \times 1 \times 8,5^2 = 175,02$$

$$W = 1/6 \times a/2 \times h^2 = 1/6 \times 100/2 \times 15^2 = 1875 \text{ cm}^3$$

$$f_t = 17520/1875 = 9,33 \text{ kg/cm}^2 < f_r$$

Arah sumbu X :



$$M_x = 0,0107 \times 226,4 \times 8,5 \times 1^2 = 2059,18$$

$$w = 1/6 \times 0,29 \times a \times h^2 = 1087,5$$

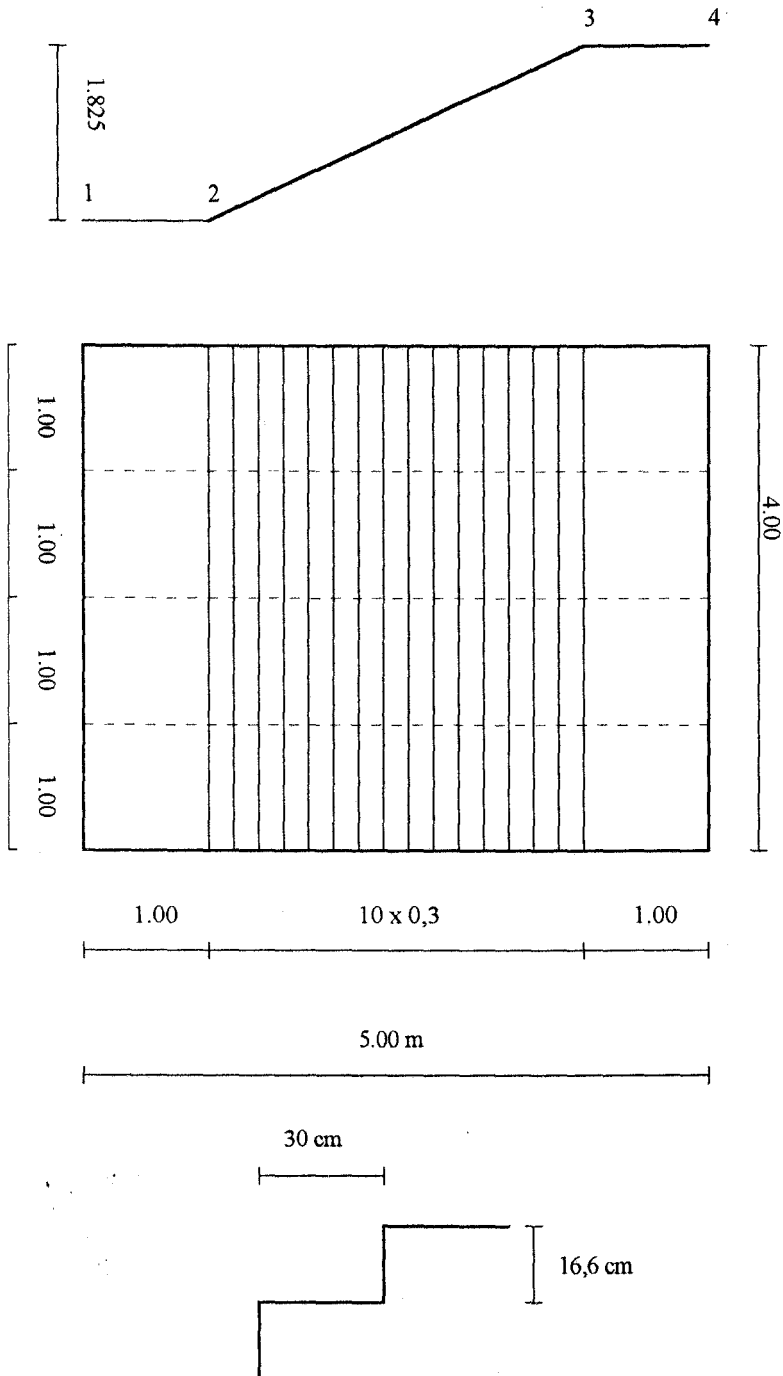
b. Fase Pengangkatan ke Job Site.

$$f_t = 2059,108/1087,5 = 1,89 < f_r$$

Momen yang dihasilkan dari perhitungan di atas harus dikalikan dengan faktor keamanan akibat beban kejut sebesar 1,5.

$$(M_y/w) \times 1,5 = 9,33 \times 1,5 = 13,995 < f_r$$

4. 2. 1. Gambar potongan tangga



4. 2. 2. Data Perencanaan Tangga

- Mutu beton = K800 ($f_c' = 72,43 \text{ MPa}$)

- Mutu baja tulangan = U_{48} ($f_y = 480 \text{ MPa}$)

Perbedaan elevasi tangga = 182,5cm

lebar tangga = 400 cm

lebar bordes = 400 cm

tebal pelat dasar tangga = 27 cm

tebal pelat bordes = 27 cm

tinggi injakan = 16,6 cm

lebar injakan = 30 cm

Kemiringan tangga

$$a = \arctan(16,6/30) = 28,96^\circ < 40^\circ \dots \text{OK!}$$

Jumlah injakan

$$n = 182,5/16,6 = 11$$

jarak horisontal $(11-1) \times 30 = 300 \text{ cm}$

tebal pelat rata-rata (fr)

$$a = \sqrt{t^2 + i^2} = \sqrt{16,6^2 + 30^2} = 34,28$$

Luas segitiga = $1/2 \cdot a \cdot (2tr)$

$$(16,6/30)/2 = a \cdot tr$$

$$tr = 7,26$$

tebal rata-rata pelat = tebal pelat dasar + tebal pelat rata-rata

$$= 27 + 7,26 = 34,26 \text{ cm}$$

$$\approx 34,3 \text{ cm}$$

tebal pelat dasar (h_{\min}) = $l/20 \cdot (0,4 + f_y/700)$

$$= 5000/20 \cdot (0,4 + 480/700) = 27 \text{ cmm}$$

[SKSNI TABEL 3.2.5(a)]

4. 2. 3. Pembebanan

Pelat Tangga

a. Beban mati

- Beban sendiri $= 0,343 \times (2400/\cos 28,96^\circ) = 941 \text{ kg/m}^2$

- Tegel dan spesi (4 cm) = $4 \cdot (24 + 21) = 180 \text{ kg/m}^2$

- Berat sandaran $= 50 \text{ kg/m}^2$

$$\begin{array}{r} \text{-----} + \\ \text{DL} = 849 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

b. Beban hidup $\text{LL} = 300 \text{ kg/m}^2$

Beban berfaktor total :

$$q_u = 1,2 \cdot 1171 + 1,6 \cdot 300 = 1885,2 \text{ kg/m}^2$$

Pelat Bordes

a. Beban mati

- Berat sendiri $= 0,15 \times (2400/\cos 28,96^\circ) = 360 \text{ kg/m}^2$

- Tegel dan spesi (4 cm) = $4 \cdot (24+21) = 135 \text{ kg/m}^2$

$$\begin{array}{r} \text{-----} + \\ \text{DL} = 797 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

b. Beban hidup $\text{LL} = 300 \text{ kg/m}^2$

Beban berfaktor total :

$$q_u = 1,2 \cdot 797 + 1,6 \cdot 300 = 1436,4 \text{ kg/m}^2$$

4. 2. 4. Perhitungan Gaya Dalam

Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam dari tangga dipakai program bantu SAP '90, dengan pelat tangga dimodelkan sebagai elemen frame. Dalam perhitungan SAP '90, beban yang dipakai adalah beban merata yang searah dengan gravitasi. Untuk mempermudah perhitungan maka beban ultimate yang dihitung dikali dengan lebar pelat sehingga beban yang ada dianggap sebagai beban sendiri dengan satuan kg/m

$$Q_{tangga} = 1885,2 \times 1 = 1885,2 \text{ kg/m}$$

$$Q_{bordes} = 1436,4 \times 1 = 1436,4 \text{ kg/m}$$

Struktur tangga diberi perletakan pada bordes dan perletakan sendi pada ujung tangga lainnya. (input SAP '90 terlampir)

4. 2. 5. Perhitungan Penulangan Tangga

Pelat Bordes

Penulangan lentur

- Tebal pelat tangga = 27 cm
- Penutup beton = 2,5 cm
- Tulangan pokok = D_{12}
- d = $270 - 25 - 12/2 = 239 \text{ mm}$

Dari hasil analisa SAP '90 diperoleh :

$$M_u = 3545,7 \text{ kg m} = 35457000 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u / \phi = 44321250 \text{ Nmm}$$

$$\rho_{\max} = 0,0347$$

$$\rho_{\min} = 0,00397 \quad (\text{ACI Manual of Concrete Practice})$$

$$R_n = M_n / (b_w \cdot d^2) = 443212150 / (1000 \times 239^2) = 0,78$$

$$\rho_p = (0,74 \cdot f_c') / f_y \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,74f_c'}} \right] = 0,00163$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 11,233 \text{ cm}^2$$

$$\text{dipasang tulangan } D_{12} - 100 \text{ (} A_s = 11,3 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Penulangan Geser

Dari hasil perhitungan SAP '90 diperoleh $V_u = 4,263 \text{ ton}$

$$\phi V_c = 0,17 \sqrt{f_c'} = \phi \cdot b_w \cdot d \quad (\text{ACI 318-83})$$

$$= 20,75 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > V_u \text{ (tidak perlu tulangan geser).}$$

Untuk menanggulangi susut pada beton, maka dipasang tulangan susut sebesar $\rho = 0,002$ yang juga berfungsi sebagai tulangan pembagi.

$$A_s = 0,002 \times 100 \times 23,9 = 4,78 \text{ cm}^2,$$

$$\text{dipasang } D_{10-140} \text{ (} A_s = 5,49 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Pelat Tangga

Penulangan lentur

$$M_u = 56663300 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 70829125 \text{ Nmm}$$

$$\rho_{\max} = 0,03222$$

$$\rho_{\min} = 0,00397$$

$$R_n = 1,23$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00397$$

$$A_s = 11,233 \text{ cm}^2, \text{ digunakan } D_{12-100} \text{ (} A_s = 11,3 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Penulangan geser

Hasil output SAP '90 , $V_u = 4,0745$ ton

$$\phi V_c = [1 + (N_u / 14 A_g)] \cdot (f_c')^2 \cdot 1/6 \cdot b \cdot d \quad (\text{pers. 3.4-4 SKSNI})$$

$$= 11,1 \text{ ton}$$

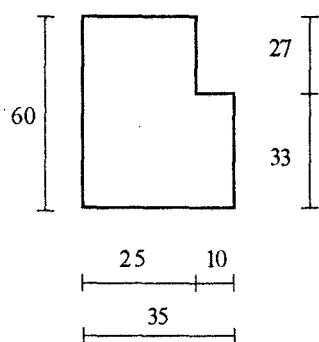
$\phi V_c > V_u$, tidak perlu dipasang tulangan geser namun dipasang tulangan susut D_{10-140}

4. 3. PERENCANAAN BALOK ANAK BENTUK L UNTUK TANGGA.

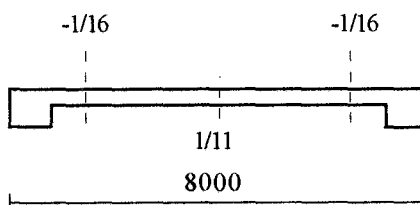
Balok anak ini direncanakan untuk memikul tangga pracetak. Balok ini direncanakan dengan perletakan jepit elastis dan gaya-gaya dalamnya diperoleh dari koefisien yang terdapat pada BAB 13 PB '71.

Data perencanaan :

- Mutu beton K800 ($f_c' = 72,43 \text{ MPa}$).
- $E_c = 35155,13 \text{ MPa}$.
- Mutu besi tulangan $f_y = 480 \text{ MPa}$
- Bentuk penampang



$$A = 1830 \text{ cm}^2$$



Pembebanan :

- | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1. Berat sendiri | $= 0,183 \times 2,4$ | $= 0,4392 \text{ t/m}$ |
| 2. Bordes | | $= 3,404 \text{ t/m}$ |
| 2. Tembok 1/2 bata | $= 0,25 \times 1,825$ | $= 0,4563 \text{ t/m} +$ |

$$QU = 4,2995 \text{ t/m}$$

4. 3. 1. Penulangan lentur lapangan :

$$M_u = 1/11 \cdot Q_u l^2 = 1/11 \cdot 4,2995 \cdot 8^2 = 24,992 \text{ tm}$$

$$M_n = M_u/o = 31,24 \text{ tm}$$

$$d = 60 - 4 - 2/2 = 55 \text{ cm}$$

$$T = C$$

$$A_s \cdot f_y = 0,74 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$a = A_s \cdot f_y / (0,74 \cdot f_c' \cdot b) = 4800 \cdot A_s / (0,74 \cdot 724,3 \cdot 35) = 0,2559 \cdot A_s$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$3124000 = A_s \cdot 4800 \cdot [55 - (0,2559 \cdot A_s/2)]$$

$$3124000 - 246000 \cdot A_s + 614,16 \cdot A_s^2 = 0$$

$$A_s^2 - 429,86 \cdot A_s + 5086,62 = 0$$

$$A_s = 429,86 \pm (429,86^2 - 4 \cdot 5086,62)^{0,5} / 2 = (429,86 - 405,5)/2$$

$$= 12,1782 \text{ cm}^2 \quad \text{dipakai 4 D 20 (12,56 cm}^2\text{)}$$

$$d. \text{ sesungguhnya} = 60 - 4 - 1 - 1,2 = 53,8 \text{ cm}$$

$$M_n \text{ yang ada} = 12,56 \cdot 4800 \cdot (53,8 - 1,61) = 3146609 \text{ kgcm} > M_n \text{ perlu}$$

$$p_{\text{pakai}} = 12,56 / (35 \cdot 53,8) = 0,0067 > p_{\text{min}} \dots \text{ok !}$$

Kontrol prosentase kebutuhan tulangan.

$$p_{\text{min}} = [0,224 \cdot (72,43)^{0,5}] / 4800 = 0,00437$$

$$p_{\text{max}} = 0,044 \cdot 0,75 = 0,033$$

$$p_{\text{min}} < p_{\text{pakai}} < p_{\text{max}} \dots \text{ok!}$$

Kontrol Kebenaran asumsi

Rumus kebenaran diatas berlaku bila tulangan tarik telah meleleh.

$$C = a/B = 3,214/0,65 = 4,945$$

$$Es = 0,003 \times (53 - 4,945) / 4,945 = 0,0029$$

$$f_y / E_y = 480 / 2.10^5 = 0,0023 < Es \dots \text{ok !}$$

4. 3. 2. Penulang Lentur pada Tumpuan

$$Mu = -1/16 \times Qu \cdot l^2 = -1/16 \times 4299,5 \times 8^2 = 17198 \text{ kgm}$$

$$Mn = Mu / 0,8 = 21497,5 \text{ kgm} = 2149750 \text{ kgcm.}$$

$$2149750 = 264000 \cdot As - 614,16 \cdot As$$

$$As = 8,3 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang 3 D 25 (As = 14,72 cm}^2\text{)}$$

$$a = 3200 \times (19,63 - 14,72) / (0,85 \times 292 \times 40) = 1,58 \text{ cm}$$

$$Mn = 14,72 \times 3200 \times 52 = 2449408 \text{ kgcm} > Mn \dots \text{ok!}$$

$$p \text{ yang dipakai} = 9,42 / 35 \times 53,8 = 0.005 > p \text{ min}$$

4. 3. 3. Penulangan Geser.

$$Vu = 1/2 \times qu \times L = 1/2 \times 3936,3 \times 8,1 = 15942 \text{ kg}$$

$$Vn = Vu / o = 15942 / 0,6 = 26570 \text{ kg.}$$

$$Tu = Qu(l/2 - d)e$$

$$e = 15 + 10 \times 2/3 = 21,67 \text{ cm}$$

$$Tu = 4299,5 (4 - 0,538) 0.1435$$

$$= 2135,98 \text{ kgm}$$

$$Tu \text{ (terfaktor)} = o \{ (fc')^{0.5} / 24 \Sigma x^2 \cdot y^2 \} \quad (3.4.3.4 \text{ SKSNI})$$

$$\text{Jumlah}(X^2 \cdot Y) = [(25^2 \cdot 60 + 10^2 \cdot 33)] = 40800 \text{ cm}^3 = 40800 \text{ E3 mm}^3$$

$$Tu = 0,6 (72,43)^{0.5} / 24 \times 408000000 = 868 \text{ kgm} < Tu \text{ perlu.}$$

Jadi, $V_c = [(f_c'/0,6) \cdot b_w \cdot d] / [1 + (2,5 \cdot c_t \cdot (T_u/V_u))^2]$ (3.4.3.4 SKSNI)

$$c_t = b_w \cdot d / \sum x^2 \cdot y = 350538 / 40800000 = 0,00462 \text{ mm}^{-1}$$

$$V_c = [(f_c')^{0,5} / 6] \cdot b_w \cdot d / [1 + (2,5 \times 0,00462 \times (2135,98 \cdot 10^4 / 17,198 \cdot 10^4))^2]^{0,5}$$
$$= 17118 \text{ kg}$$

$$oV_c = 0,6 \times 17118 = 10271 \text{ kg}$$

$oV_c < V_u$... perlu tulangan geser.

$$T_c = [(f_c' / 15) \cdot \sum x^2 \cdot y] / [1 + (0,4 \cdot V_u / c_t \cdot T_u)^2]^{0,5} \text{ (3.4.6.6 SKSNI)}$$

$$T_c = 1776,94 \text{ kgm}$$

$$oT_c = 0,6 \times 1776,94 = 1066,166 \text{ kgm}$$

$oT_c < T_u$ perlu tulangan Torsi

$$X_1 = 350 - (2 \times 46) = 258$$

$$Y_1 = 600 - (2 \times 46) = 508$$

$$\alpha_t = (2 + X_1 / Y_1) / 3 = 0,84$$

$$A_t / S = oT_s / o\alpha_t X_1 \cdot Y_1 \cdot f_y \text{ (3.4.6.9 SKSNI)}$$

$$oT_s = 2134,7 - 1066,166 = 1068,534 \cdot 10^4 \text{ kgm}$$

$$A_t / S = 0,33 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_v / S = oV_s / o f_y d \text{ (3.4.5.6 SKSNI)}$$

$$oV_s = 17198 - 10271 = 6927 \text{ kg}$$

$$A_v / S = 0,447 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{vt} / S = 2A_t / S + A_v / S = 1,107 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{dipakai sengkang 2 D 12} = 226 \text{ mm}^2$$

$$S = 226 / 1,107 = 204 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = (X_1 + Y_1) / 4 = 191,5 = 190 \text{ mm}$$

Jadi digunakan $S = 190 \text{ mm}$

4. 3. 4. Tulangan Memanjang Torsi

$$\Delta I_1 = 2 A_t (X_1 + Y_1)/S = 505,6 \text{ mm}^2$$

$$\Delta I_2 = [2,8XS/fy(Tu/(Tu+Vu/3.ct)) - 2At] (X_1+Y_1)/S = 342,2 \text{ mm}^2$$

dipilih terbesar tapi tidak lebih besar dari

$$\Delta I = [2,8XS/fy(Tu/(Tu+Vu/3.ct)) - bw.S/3fy] (X_1+Y_1)/S = 289,2 \text{ mm}^2$$

jadi digunakan $\Delta I = 2,892 \text{ cm}^2$

$$2 D 14 = 3,08 \text{ cm}^2$$

4. 3. 5. Kontrol Retak

$$Z = f_s(dc.A)^{1/3} \quad \dots (3.3.6.4 \text{ SKSNI})$$

$$f_s = 0,6 \times f_y = 288 \text{ MPa}$$

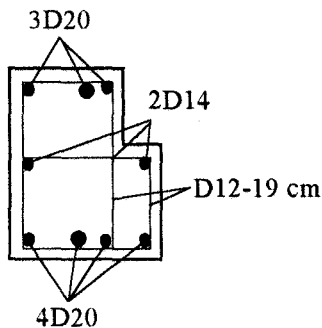
$$D = 20, \text{ sengkang } D 12, n = 24, b = 350, f_y = 480$$

$$dc = 40 + 12 + 0,5 \times 20 = 62 \text{ mm}$$

$$A = 2.dc.b/n = 10850$$

$$Z = 25,235 \text{ MN/m} < 30 \text{ MN/m} \dots \text{ok !}$$

4. 3. 6. GAMBAR AKHIR PENAMPANG BALOK



4. 4. Perencanaan Atap

Atap pada Gedung Apartemen Taman Sejahtera berbentuk perisai dengan kemiringan bagian atas yang landai bentang sekitar 18,5 maka atap ini direncanakan rangka batang dengan harapan dimensi bata atau elemen dari struktur atap tersebut tidak terlalu besar.

4. 4. 1. Elemen-elemen Atap

4. 4. 1. 1. Gording

Pembebanan

-beban angin

Kemiringan atap $20,72^\circ$ direncanakan jarak antar gording 0,9 m. Lokasi bangunan yang terletak tidak terlalu jauh dari pantai maka beban angin yang digunakan adalah 40 kg/m^2 .

Koefisien Angin :

$$K_1 = (0,02 \times \alpha - 0,4) = (0,02 \times 20,72^\circ - 0,4) = 0,0144 \quad (\text{dipihak angin})$$

$$K_2 = -0,4 \quad (\text{dibelakang angin})$$

$$q_{w1} = 0,0144 \times 40 \times 0,989 = 0,55384 \text{ kg/m}^2 \text{ (tekan)}$$

$$q_{w2} = -0,4 \times 40 \times 0,989 = -15,824 \text{ kg/m}^2 \text{ (tarik)}$$

tekan :

tarik :

$$M_{xw} = 1/8 \times 0,55384 \times 8^2 = 4,431 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} M_{xw} &= 1/8 \times (-15,824) \times 8^2 \\ &= -126,592 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_{yw} = 0$$

$$M_{yw} = 0$$

-beban hidup

beban hujan

$$q = (40 - 0,8 \times \alpha) = (40 - 0,8 \times 20,72^\circ) = 23.424 \text{ kg/m}^2$$

$$q_h = 20 \times 0.989 = 19,78 \text{ kg/m}$$

$$M_{xh} = 1/8 \times 19,78 \times 8^2 \times \cos 20,72^\circ = 148 \text{ kgm}$$

$$M_{yh} = 1/8 \times 19,78 \times (8/3)^2 \times \sin 20,72^\circ = 2,33 \text{ kgm}$$

beban pekerja 100 kg

$$M_{xp} = 1/4 \times 100 \times 8 \times \cos 20,72^\circ = 187 \text{ kgm}$$

$$M_{yp} = 1/4 \times 100 \times (8/3) \times \sin 20,72^\circ = 23,57 \text{ kgm}$$

Untuk beban hidup yang menentukan adalah beban pekerja

Beban mati

$$\text{beban sendiri asbes} = 11 \times 0.989 = 10,9 \text{ kg/m}$$

Dicoba profil double canal 150x75x20x4,5

$$h(\text{cm}) = 15 \quad A(\text{cm}^2) = 13,97 \quad i_x(\text{cm}) = 7,79$$

$$b(\text{cm}) = 7,5 \quad I_x(\text{cm}^4) = 489 \quad i_y(\text{cm}) = 5,94$$

$$t_x(\text{cm}) = 2 \quad I_y(\text{cm}^4) = 99,2$$

$$t_y(\text{cm}) = 2 \quad W_x(\text{cm}^3) = 65,2 \quad W_y(\text{cm}^3) = 19,8$$

$$\text{berat sendiri} = 11 \text{ kg/m}$$

$$\text{beban mati} = (11+11 \times 0.989) = 21,9 \text{ kg/m}$$

$$10\% \text{ beban mati} = 2,19 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{berat alat penggantung gording} &= \underline{2,566 \text{ kg/m}} + \\ &26,656 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$M_{xm} = 1/8 \times 26,656 \times 8^2 \times \cos 20,72^\circ = 199,5 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 1/8 \times 26,656 \times 8^2 \times \sin 20,72^\circ = 8,38 \text{ kgm}$$

Kombinasi beban

1. beban tetap

$$\begin{aligned} M_{xt} &= M_{xm} + M_{xp} \\ &= 199,5 + 187 \\ &= 386,5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{yt} &= M_{yb} + M_{yp} \\ &= 8,38 + 23,57 \\ &= 31,95 \text{ kgm} \end{aligned}$$

2. beban sementara

$$\begin{aligned} M_{xt} &= M_{xm} + M_{xp} + M_{xw} \\ &= 199,5 + 187 + 4,431 \\ &= 387,06 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{yt} &= M_{ym} + M_{yp} + M_{yw} \\ &= 8,38 + 23,57 \\ &= 31,95 \text{ kgm} \end{aligned}$$

kontrol tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= M_{xt}/W_x + M_{yt}/W_y \\ &= 38650/65,2 + 3195/19,8 \\ &= 754,16 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

kontrol lendutan

$$\begin{aligned}\Delta x &= 5/48 M_{xt} \cdot l^2/E \cdot I_x \\ &= 5/48 \cdot 38650 \times 800^2 / 2.1 \text{E}6 \times 489 \\ &= 2,51 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta y &= 5/48 M_{yt} \cdot l^2/E \cdot I_y \\ &= 5/48 \cdot 3195 \times 800^2 / 2.1 \text{E}6 \times 99,2 \\ &= 1,02 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{total} &= (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{0,5} \\ &= 2,71 \text{ cm} < \Delta_{ijin}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{ijin} &= [(800/250)^2 + (800/3 \times 250)^2]^{0,5} \\ &= 3,37 \text{ cm} \dots \text{ok !}\end{aligned}$$

4. 4. 1. 2. Penggantung gording

$$\text{arc tg} \theta = 0,989 / (8/3) = 20,35^\circ$$

kondisi beban

$$Q \text{ total} = 26,656 \text{ kg/m}$$

$$\text{beban hujan} = 19,78 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}\text{Gording paling akhir,} \quad W &= (26,656 + 19,78) \times 8/3 \\ &= 123,83 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$T = W \sin 20,72^\circ = 123,83 \sin 20,72^\circ = 43,77 \text{ kg}$$

Gording paling atas

$$\begin{aligned}\tan \sin \theta &= 10 T \\ \tan &= (10 \times 43,77) / \sin \theta = 1258,65 \text{ kg} \\ \text{syarat } \tan / A_{\text{penggantung}} &< \sigma_{\text{ijin}} \\ \tan / 0,25 \pi d^2 &= 1600\end{aligned}$$

$$d = 1,25 \text{ cm}$$

$$\text{syarat minimum } l/500 = (8000/3)/500 = 5,33 \text{ mm ok !!}$$

4. 4. 2. Kuda-kuda

Direncanakan menggunakan

Profil : WF 350x350x13x13

Data-data

$W = 106 \text{ kg/m}$	$i_x = 14,4 \text{ cm}$
$A = 135,3 \text{ cm}^2$	$i_y = 8,33 \text{ cm}$
$I_x = 28200 \text{ cm}^4$	$W_x = 1670 \text{ cm}^3$
$I_y = 9380 \text{ cm}^4$	$W_y = 534 \text{ cm}^3$

Dari data output SAP'90 didapatkan gaya aksial dan momen maksimal :

$$\begin{aligned}\text{Data :} \quad P &= -5165,19 \text{ kg} \\ M &= 2113,41 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Kontrol Tegangan

Sumbu X

$$\lambda_x = (L_{kx}/i_x) = 989/14,4 = 68,68 \text{ -----} \rightarrow \varpi = 1,447$$

Sumbu Y

$$\lambda_y = (L_{ky}/i_y) = 118,73 \text{ -----} \rightarrow \varpi = 2,719$$

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \varpi_x M/W_x + N/A = 1,447 \times 2113,41/1670 + 5165,19/135,3 \\ &= 221,3 \text{ kg/cm} < 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_y = \varpi_y M/W_y + N/A = 1114,3 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

BAB V

ANALISA STRUKTUR UTAMA

5. 1. UMUM

Dalam menganalisa struktur utama dari gedung ini, struktur utama yang terdiri dari balok-balok induk dan kolom-kolom, direncanakan untuk menerima beban gravitasi dan beban lateral akibat gempa.

Gaya-gaya dalam dari struktur utama gedung ini dianalisa dengan menggunakan program bantu SAP90. Segala sesuatu yang dibutuhkan oleh program, seperti data satuan dan material; pembebanan; permodelan struktur; diuraikan dalam subbab-subbab berikut ini.

5. 2. Data Satuan dan Data Material

Seluruh satuan yang dipakai dalam analisa struktur utama ini adalah :

- | | | |
|------------|---|-----------------|
| - ton | : | dimensi gaya |
| - m(meter) | : | dimensi panjang |
| - detik | : | dimensi waktu |

Material yang dipakai dalam analisa struktur utama ini adalah :

- | | | |
|----------------|---|------------------------|
| - Jenis bahan | : | beton betulang |
| - Berat volume | : | 2400 kg/m ³ |

- Mutu beton

- Kolom dan shear wall : K800

- Elemen pracetak : K800

- Over topping : K800

- Mutu tulangan : U48 ($f_y = 4800 \text{ kg/m}^2$)

5. 3. Pembebanan

5. 3. 1. Beban Mati

Untuk beban mati diperhitungkan seluruh beban akibat berat sendiri balok, kolom, pelat, dinding/panel, seluruh struktur sekunder dan semua elemen dan semua elemen lain yang bersifat tetap sepanjang umur rencana gedung. Beban ini berupa beban terpusat atau merata yang diterima langsung oleh struktur utama maupun yang disalurkan melalui struktur sekunder. Beban mati perantai yang membebani struktur dapat dituliskan sebagai berikut :

- Lantai 2 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping ($t = 5\text{cm}$) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai ($t = 4 \text{ cm}$) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok ($h = 2,87$) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall ($t = 20$)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 3 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 4 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 5 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 6 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 7 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 8 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87) (T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Shear wall (t = 20)(Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}$

8. Berat sendiri balok (30/30) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

9. Pelat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/cm}^2$

- Lantai 9 :

1. Berat sendiri balok (50/70) (B1) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

2. Berat sendiri kolom (50/50) (K) = $0,5 \times 0,5 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$

3. Over topping (t = 5cm) (OT) = $0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$

4. Hollow core slab (HCS) = $235,84 \text{ kg/m}^2$

5. Finishing lantai (t = 4 cm) (Fl) = $4 \times (21+24) = 180 \text{ kg/m}^2$

6. Tembok (h = 2,87)(T) = $2,87 \times 120 = 344,4 \text{ kg/m}$

7. Berat sendiri balok (30/50) (B2) = $0,3 \times 0,3 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$

8. Plat lantai (t = 15 cm) (Pl) = $0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}^2$

9. Shear wall (t = 20) (Sw) = $0,20 \times 2400 \times 3,65 = 1752 \text{ kg/m}^2$

10. Asbes = 11 kg/m

11. Profil C 150 x 75x20x4,5 = 11 kgm

12. Profil WF 350x350x13x13 = 106 kgm

13. Profil bulat (d = 12,5 mm) = $18,6 \text{ kgm}$

5. 3. 2. Beban Hidup

Berbeda dengan beban mati yang bersifat tetap setiap waktu, beban hidup tidak selalu terjadi setiap saat. Peluang terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua struktur pemikul secara serempak selama

umur gedung tersebut adalah sangat kecil. Oleh sebab itu beban hidup dianggap tidak efektif sepenuhnya.

Sesuai dengan peraturan PPI'83 untuk beban hidup dalam perhitungan balok induk dan portal diberikan reduksi sebagai berikut :

- Pada perencanaan balok-balok induk dan portal dari sistem struktur utama, beban hidup terbagi rata rencana dapat dikalikan dengan tabel 3.3 :

• 0,75 untuk rumah tinggal

- Pada perencanaan unsur-unsur vertikal seperti kolom, maka beban hidup yang telah direduksi diatas dikalikan lagi dengan faktor reduksi sesuai dengan jumlah lantai yang dipikulnya. Sesuai dengan tabel 3.4 PPI'83

Jumlah lantai yang dipikul	Koefisien reduksi
1	1
2	1
3	0,9
4	0,8
5	0,7
6	0,6
7	0,5
8 dan lebih	0,4

5. 3. 3. Beban Gempa

Pada perencanaan sistem struktur penahan beban horizontal/gempa dari suatu gedung, beban hidup gedung tersebut ikut menentukan besarnya beban gempa rencana yang harus dipikul oleh sistem struktur. Seperti yang telah diuraikan diatas bahwa karena peluang terjadinya beban hidup yang kecil, maka untuk perencanaan beban gempa ini sesuai dengan PPI'83 beban hidup dapat direduksi sebagai berikut : ♦ 0,3 untuk rumah tinggal

Dalam perencanaan ini beban gempa yang telah dihitung harus dikalikan dengan faktor K sebesar 2. Hal ini dilakukan karena struktur direncanakan dengan daktilitas terbatas.

5. 3. 4. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang diperhitungkan didasarkan pada SKSNI sebagai berikut :

- ♦ Kuat perlu yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

- ♦ Bila ketahanan struktur terhadap gempa harus diperhitungkan pada perencanaan, maka nilai ultimate diambil sebesar :

$$U = 1,05 (D + L_r \pm 2E)$$

Dari kombinasi pembebanan tersebut diatas akan diperoleh gaya-gaya dalam setiap elemen, dimana besar gaya yang dipakai adalah harga maksimal dari hasil

kombinasi pembebanan diatas. Beban angin tidak diperhatikan dalam kombinasi pembebanan karena pengaruhnya sangat kecil pada struktur.

5. 4. Permodelan Struktur

Sistem struktur dimodelkan sebagai rangka tiga dimensi yang dirangkaikan dengan dinding geser dan perletakan jepit pada dasar kolom dan shear wallnya. Rangka struktur terdiri dari balok pracetak dan kolom dicor setempat. Hubungan antara elemen balok dan kolom direncanakan mampu menerima momen negatif, sedangkan hollow core slab (HCS) diasumsikan terletak jepit elastis diatas balok pracetak.

Lantai dimodelkan sebagai rigid floor diafragma, sehingga gaya lateral yang berasal dari beban gempa dapat disalurkan ke komponen struktur penahan lateral. Seluruh joint dalam satu bidang lantai dianggap tidak dapat bergerak relatif satu terhadap yang lainnya, tetapi displacement dari joint-joint tersebut tergantung dari displacement dari master of joint. Lokasi master of joint ini diletakkan pada pusat massa suatu taraf lantai. Permodelan ini menyebabkan terjadinya gaya aksial nol pada balok, sebab seluruh beban lateral yang terjadi pada struktur akan diteruskan dan diterima oleh kolom dan shear wall. Permodelan ini dinyatakan dalam blok data restraint yaitu :

- $R = 0,0,1,1,1,0$ untuk master joints
- $R = 1,1,0,0,0,1$ untuk dependent joints

Shear wall dimodelkan dengan kolom yang mempunyai kekakuan sama dengan shear wall dan untuk menghubungkannya dengan elemen struktur yang lainnya digunakan balok fiktif yang sangat kaku dan ringan. Balok fiktif ini dilengkapi dengan rigid offset dengan harapan pergerakannya dapat menyerupai shear wall.

Karena HCS merupakan aksi plat satu arah, maka beban yang terjadi diatas HCS didistribusikan hanya pada dua balok yang mendukungnya. Distribusi beban menurut garis leleh plat tidak bisa dilakukan meskipun diatas HCS diberi topping.

5. 5. Analisa Struktur

Hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur pracetak adalah adanya dua keadaan yang berbeda yang sangat berpengaruh dalam mendisain elemen yaitu :

Saat produksi dan saat service (komposite). Analisa stuktur saat produksi dianggap terletak sederhana diatas dua tumpuan atau lebih, sedangkan saat service analisa akan memakai cara elastis dengan metode denga elemen hingga dengan bantuan software SAP90.

Sebelum melakukan analisa struktur terlebih dahulu harus dilakukan preliminary design dari kontruksi utama, yaitu balok utama dan kolom. Juga harus diketahui sifat-sifat bahan untuk menentukan kekakuan tiap elemen. Setelah itu baru dilakukan analisa statis dan dinamis yang secara garis besar akan diuraikan berikut ini.

5. 5. 1 Analisa Statis

Pada analisa statis ini beban yang diperhitungkan adalah berupa : beban gravitasi (beban hidup+beban mati). Gaya beban lateral yang telah dihitung berdasarkan pasal 3. 4. 6. PPTGIUG '83 akan dibebankan pada master joint.

Dengan distribusi pembebanan :

$$E = 100\% F_i \text{ (arah sumbu kuat)} + 30\% F_i \text{ (arah sumbu lemah)}.$$

Analisa statis ini dilakukan untuk membandingkan dengan analisa gempa secara dinamis. Hasil yang diperoleh diharapkan analisa statis lebih besar daripada analisa dinamis.

5. 5. 2 Analisa Dinamis

Pembebanan yang ditinjau dalam analisa ini adalah pembebanan berupa beban gempa dalam arah lateral.

Metode yang dipakai dalam analisa dinamis perencanaan gedung ini adalah Response Spektrum Analisa. Untuk struktur ini dipakai spektrum percepatan respon gempa rencana menurut diagram koefisien gempa dasar C untuk wilayah Zone gempa 4 struktur yang terdiri atas tanah lunak.

Harga C yang diperoleh adalah harga tanpa dimensi, jadi respon masing-masing ragam yang ditentukan tersebut adalah respon relatif. Oleh karena itu dipergunakan faktor skala $S = 10 \text{ m/dtk}^2$ dengan koefisien peredam sebesar 5%.

Dalam metode ini tingkah laku dinamis elemen struktur diwakili oleh beberapa titik yang dinamakan master of joint. Degree of freedom dari joint ini didefinisikan dengan restraints : $R = 0,0,1,1,1,0$

Hal ini berarti bahwa titik-titik pada taraf lantai yang sama akan mengikuti gerakan-gerakan master of joint tersebut.

5. 6 Perhitungan Input Data Struktur

Perhitungan data struktur utama yang diperlukan yaitu :

1. Beban mati
2. Beban hidup
3. Momen Inersia massa
4. Titik berat massa

BAB VI

PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR UTAMA

6.1. Perencanaan Balok Utama

Elemen balok yang akan direncanakan merupakan balok beton bertulang biasa. Balok ini digunakan untuk mendukung elemen Hollow Core Slab serta meneruskan semua gaya-gaya yang bekerja padanya kepada kolom-kolom pendukung. Ada dua tahap yang harus diperhatikan dalam menganalisa dan merencanakan elemen balok pracetak, yaitu :

1. Saat produksi sampai pemasangan. Pada tahapan ini balok dianalisa terletak sendi diatas empat perletakan.
2. Saat service. Pada tahap ini permukaan Hollow Core akan diberi topping untuk menjamin kesatuan sistem sambungan. Sehingga balok dianalisa sebagai terjepit dan dianalisa dengan bantuan program ETABS.

Pada perhitungan ini akan ditampilkan satu contoh analisis balok persegi dengan bentang 8 m, (as ke as), selanjutnya hasil perhitungan yang untuk balok tipe lain analog dan disajikan dalam bentuk tabel di lampiran

6.1.1. Contoh Pehitungan Balok B13 Level 2

Data perencanaan :

- Ukuran balok : 35/35
- Mutu beton : K 800 ($f_c' = 72,43 \text{ MPa}$; $E_c = 35155,1 \text{ MPa}$)
- Mutu tulangan : $f_y = 480 \text{ MPa}$
- ϕ sengkang : 12 mm.
- ϕ tulangan utama : 25 mm.
- Bentang balok : 8 m.

Data pembebanan :

1. Saat produksi dan pemasangan .

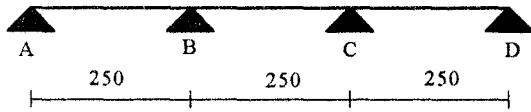
a. Beban mati :

- Berat sendiri balok = $0,4 \times 0,4 \times 2400 = 384 \text{ kg/m}$
- HCS ($L = 6,75 \text{ m}$) = $1586,25 \text{ kg/m}$
- Topping ($t = 5 \text{ cm}$) = $0,05 \times 2400 \times 6,75 = 810 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup :

- Pekerja = 100 kg

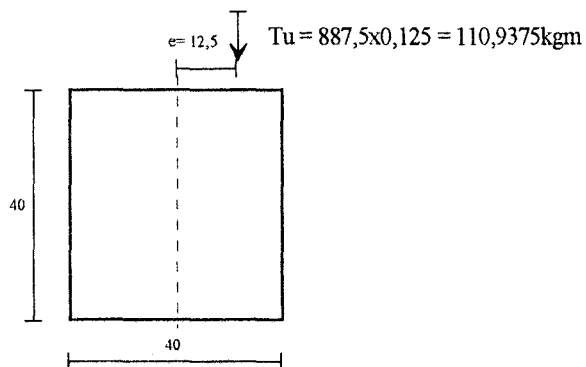
Pada saat produksi dan pemasangan, balok direncanakan akan ditumpu di 4 titik sehingga dalam perencanaanya balok diasumsikan terletak diatas 4 sendi. Hal ini untuk menghindari terjadinya momen lapangan yang besar.



Dari hasil analisa SAP'90 diperoleh : (input dan output SAP'90 ada dilampiran)

- Momen positif maksimum (M_u) = 1,090 tm.
- Momen negatif maksimum (M_u) = - 0,89405 tm.
- Gaya geser maksimum (V_u) = 2,618 t.

Beban torsi dihitung pada keadaan yang paling rawan, yaitu saat balok hanya terbebani oleh Hollow Core disatu sisi sebesar :



$$\Sigma(X^2Y) = 35^3 = 42875 \text{ cm}^3$$

- Penulangan lentur lapangan :

$$M_u = 0,89405 \text{ tm} = 8,9405 \cdot 10^6 \text{ Nmm.}$$

$$m = f_y / 0,85 f_c' = 480 / 0,85 \times 0,75 \times 72,43 = 10,395$$

$$b = 35 \text{ cm} ; d = 35 - 4 - 1,2 - 2,5/2 = 28,55 \text{ cm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = 8,9405 \cdot 10^6 / 0,8 \times 350 \times 285,5^2 = 0,392$$

$$\rho = 1/m [1 - (1 - 2 \cdot m \cdot R_n / f_y)^{0,5}]$$

$$= 1/10,395 [1 - (1 - 2 \times 10,395 \times 0,392 / 480)^{0,5}] = 0,000820$$

$$\rho < \rho_{\min}(0,003976)$$

$$A_s \text{ perlu} = 0,003976 \times 350 \times 285,5 = 397,302 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan 2 D25}(A_s = 981,75 \text{ mm}^2)$$

- Penulangan lentur tumpuan :

$$M_u = 1,090 \text{ tm} = 1,09 \cdot 10^7 \text{ Nmm.}$$

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas , maka diperoleh tulangan :

$$2 \text{ D16}(A_s = 402,12 \text{ mm}^2)$$

- Penulangan geser dan torsi : (perhitungan dapat dilihat pada tabel lampiran)

$$V_u = 2,618 \text{ t} = 26180 \text{ N}$$

$$T_u = 110,94 \text{ Kgm} = 110,94 \cdot 10^4 \text{ Nmm.}$$

Perencanaan Elemen Struktur Utama

Dengan langkah-langkah yang sama yang telah diuraikan pada perencanaan penulangan geser dan torsi pada balok anak bentuk L dan persegi. Maka kebutuhan tulangan geser dan torsi untuk balok utama ini ialah :

- Tulangan geser dan torsi transversal D12-140 mm.

2. Saat Service :

Pembebanan pada fase ini telah diuraikan dalam Bab V tugas akhir ini. Hasil analisa struktur dengan bantuan ETABS diperoleh hasil sebagai berikut :

- Momen positif maksimum (M_u) = $33,51 \text{ tm} = 33,51 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$.
- Momen negatif maksimum (M_u) = $18,31 \text{ tm} = 18,31 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$.
- Gaya geser maksimal (V_u) = $27,55 \text{ t} = 27,55 \cdot 10^4 \text{ N}$.

- **Penulangan lentur lapangan :** (Perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dilampiran)

$$M_u = 18,31 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Dengan menggunakan cara- cara perhitungan yang telah diuraikan sebelumnya maka diperoleh kebutuhan tulangan lapangan sebesar 2 D25 ($A_s = 981,75 \text{ mm}^2$).

- **Penulangan lentur tumpuan** : (Perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dilampiran)

$$M_u = 33,51 \cdot 10^7 \text{ Nmm.}$$

Dengan menggunakan cara- cara perhitungan yang telah diuraikan sebelumnya maka diperoleh kebutuhan tulangan tumpuan sebesar 4 D25 ($A_s = 1963,50 \text{ mm}^2$).

-**Penulangan geser dan torsi** : (Perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dilampiran)

$$V_u = 27,55 \quad t = 27,55 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Bentuk akhir balok pracetak saat service ialah inverted T (T terbalik), sehingga untuk merencanakan tulangan geser harga **bw** diambil lebar badan atas. Dengan langkah-langkah yang sama yang telah diuraikan pada perencanaan penulangan geser dan torsi pada balok anak bentuk L dan persegi.

$$A_v/s = V_s/f_y \cdot d = 0.6 \times 27.55 \cdot 10^4 / 390 \times 533.5 = 0.79$$

$$A_t/s = T_s / (a_t \cdot X_1 \cdot Y_1 \cdot f_y)$$

$$a_t = (2 + (158/508)) / 3 = 0.7703$$

$$A_t/s = 0,000075$$

$$A_{vt}/s = A_v/s + 2A_t/s = 0.79015$$

$$\text{jarak sengkang maksimum} = (158 + 458) / 4 = 166$$

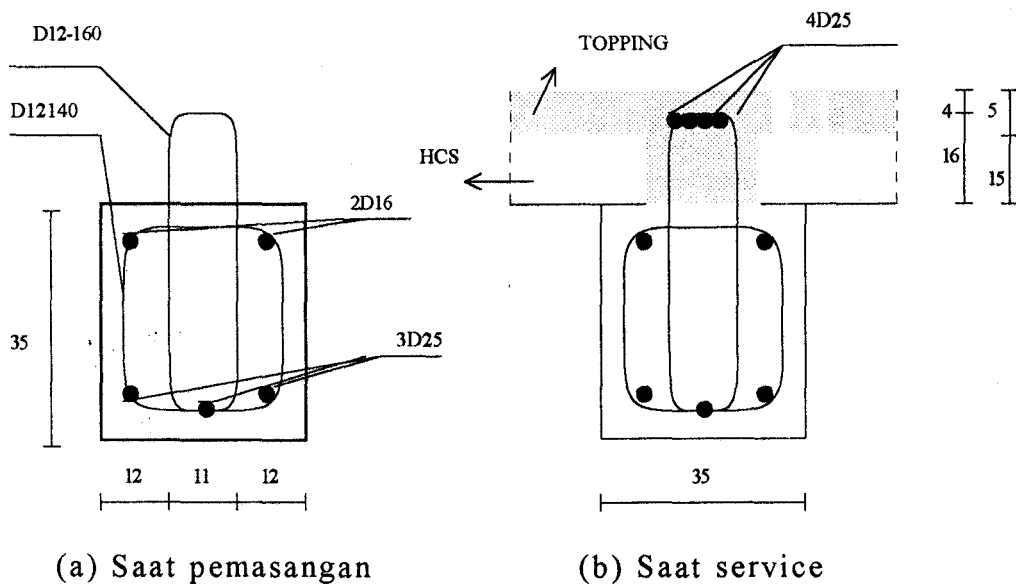
Maka kebutuhan tulangan geser dan torsi untuk balok utama ini ialah **D12-160mm** sejarak $1/4L$ dari tumpuan selanjutnya dipakai jarak 240 sepanjang

Perencanaan Elemen Struktur Utama

bentang. Yang harus diperhatikan ialah pada perhitungan tulangan geser ini kekuatan geser beton diabaikan. Hal ini untuk menghindari kegagalan struktur apabila saat pelaksanaan hubungan beton lama dan baru tidak terjadi monolit

Dari ketiga keadaan yang telah diuraikan diatas, diperoleh hasil akhir sebagai berikut :

- Tulangan ditumpuan : 4 D25 sebelum pengecoran topping.
- Tulangan lapangan : 3 D25
- Tulangan geser dan torsi :
 - Saat produksi dan pemasangan : D12-140.
 - Penahan geser saat service : D12-160.



Gambar 6.1

Dasar pemikiran penambahan seluruh tulangan tumpuan sesaat sebelum pengecoran topping dan pemilihan bentuk persegi untuk seluruh penampang balok utama ialah :

1. Pasal 3.16.6 SKSNI . Pasal ini menyatakan bahwa tulangan sejajar yang diletakan dalam dua lapis atau lebih, maka tulangan atas harus berada tepat diatas tulangan dibawahnya.
2. Diperlukanya ruang untuk meletakan tulangan shear key sebagai penyatu gerakan antar elemen Hollow Core
3. Merupakan sistem sambungan yang sederhana dan mudah pelaksanaannya.

6.1.2. Kontrol Retak.

Menurut pasal 3.3.6 SKSNI, bila f_y tulangan tarik melebihi 300 MPa maka untuk membatasi retak lentur penampang dengan momen positif dan negatif maksimum harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga nilai $z < 30 \text{ MN/m}$.

$$z = f_s (d_c A)^{1/3}$$

d_c = tebal selimut beton diukur dari serat tarik terluar ke pusat batang tulangan (mm)

$$d_c = 40 + 10 + 25/2 = 62,5 \text{ mm}$$

- Untuk tulangan tumpuan

$$A = d_c \cdot b_w / n = 62,5 \times 250 / 4 = 3906,25 \text{ mm}^2$$

$$f_s = \frac{M_u}{\phi \cdot A_s \cdot d} = 33,05 \cdot 10^7 / 0,8 \times 1963,5 \times 485,5 = 433,373 \text{ MPa}$$

$$z = 433,373 (62,5 \times 3906,25)^{1/3} = 27,08 \text{ MN/m} < 30 \text{ MN/m} \text{ ..ok!}$$

- Untuk tulangan lapangan

$$A = 62,5 \times 350 / 3 = 7291,7 \text{ mm}^2$$

$$f_s = 18,3 \cdot 10^7 / 0,8 \times 1472,625 \times 485,5 = 319,95 \text{ MPa}$$

$$z = 319,95 (62,5 \times 7291,7)^{1/3} = 24,62 \text{ MN/mm} < 30 \text{ MN/m} \dots \text{ok!}$$

6.1.3. Kontrol Lendutan.

Menurut pasal 3.2.5 SKSNI yang tertuang dalam tabel 3.2.5 (a), maka bila tebal balok lebih besar dari $L/21$ maka lendutan tidak perlu dihitung. Pada struktur ini tebal balok $55 \text{ cm} > 800/21$, maka lendutan tidak perlu dihitung.

6.1.4. Panjang Penyaluran.

Tulangan dapat dianggap berperan dalam suatu struktur beton bertulang jika terjadi aksi lekatan antara baja tulangan dan beton disekelilingnya. Lekatan ini harus cukup untuk mengembangkan kapasitas tarik dan tekan dari baja tulangan hingga mencapai tegangan lelehnya tanpa terjadinya slip. Untuk menjamin agar tidak terjadi slip, maka dibutuhkan suatu panjang penanaman tertentu yang dikenal dengan nama panjang penyaluran. Ketentuan mengenai panjang penyaluran ini diatur dalam pasal 3.5 SKSNI.

a. Panjang Penyaluran Tulangan Tarik.

Panjang penyaluran dasar tulangan tarik untuk tulangan deform diameter 25mm adala sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Ldb &= 0,02.Ab.fy/(fc')^{0,5} && \text{(pasal 3.5.2.2 SKSNI)} \\ &= 0,02.490,87.480/(72,43)^{0,5} = 553,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

dan tidak kurang dari :

$$\begin{aligned} Ldb &= 0,06.db.fy \\ &= 0,06.25.480 = 720 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk tulangan atas $Ld = 1,167 \times 553,7 = 645,983 \text{ mm}$.

b. Panjang Penyaluran Tulangan Tekan.

Panjang penyaluran dasar untuk tulangan D 25 adalah :

$$\begin{aligned} Ldb &= \frac{db.fy}{4.\sqrt{fc'}} && \text{(pasal 3.5.3.2 SKSNI)} \\ Ldb &= 25 \times 480 / 4(72,43)^{0,5} = 352,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$Ldb = 0,04.db.fy = 0,04.25.480 = 480 \text{ mm}$$

c. Panjang Penyaluran Kait Standar Dalam Tarik.

Panjang penyaluran dasar kait standar (hook) dari tulangan D25 adalah :

$$Lhb = 100. \frac{db}{\sqrt{fc'}} \quad \text{(pasal 3.5.5.2 SKSNI)}$$

$$Lhb = 100. \times 25 / (72,43)^{0,5} = 293,75 \text{ mm}.$$

Panjang penyaluran untuk hook 90 derajat $f_y = 390 \text{ MPa}$ ialah :

$$L_{dh} = L_{hb} \cdot \left(\frac{f_y}{400} \right) \cdot 0,7$$

$$L_{dh} = 293,75.480/400.0,7 = 246,75 \text{ mm}$$

d. Panjang Penyaluran Dari Tulangan Momen Positif.

Paling sedikit sepertiga dari tulangan momen positif pada komponen struktur yang tertumpu pada dua tumpuan dan seperempat dari tulangan momen positif pada komponen struktur yang menerus harus diteruskan kedalam tumpuan paling sedikit sepanjang : (pasal 3.5.11 SKSNI)

$$- 150 \text{ mm}$$

e. Panjang Penyaluran Dari Tulangan Momen Negatif.

Paling sedikit sepertiga dari tulangan tarik momen negatif diteruskan pada jarak terbesar antara : (pasal 3.5.12 SKSNI)

$$- d = 485,5 \text{ mm.}$$

$$- 12 \cdot d_b = 12 \times 25 = 300 \text{ mm.}$$

$$- L_n/16 = 8000/16 = 500 \text{ mm.}$$

6.1.5. Transportasi, Pengangkatan dan Penyimpanan Elemen Balok Pracetak.

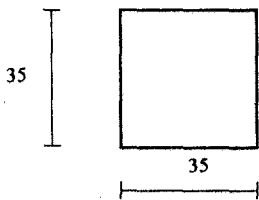
Untuk tujuan transportasi, pengangkatan dan penyimpanan elemen balok pracetak diperlukan suatu titik pengangkatan tertentu. Pada titik pengangkatan ini nantinya kabel dari tower crane dihubungkan, sehingga balok pracetak dapat dibawa dari tempat produksi sampai keposisi akhirnya.

Perencanaan Elemen Struktur Utama

Pada bagian ini akan dibahas cara penentuan letak titik pengangkatan dan hal-hal yang harus diperhatikan dalam perhitungannya.

Contoh perhitungan pada balok B13 level 2 :

Data perencanaan :



$$A = 35 \times 35 = 1225 \text{ cm}^2$$

$$Y_b = Y_t = 35/2 = 17,5 \text{ cm}$$

$$I = 1/12 \times 35 \times 35^3 = 125052 \text{ cm}^4$$

$$W_t = W_b = I/Y = 7145,83 \text{ cm}^3$$

Pembebanan :

1. Berat sendiri	$= 0,1225 \times 2,4$	$= 0,294 \text{ t/m}$
2. Stud + tulangan angkat	$= 0,01 \times 0,294$	$= 0,00294 \text{ t/m} +$
	q_u	$= 0,29694 \text{ t/m}$

Untuk tujuan transportasi, pengangkatan dan pemasangan maka beban diatas harus dikalikan dengan suatu faktor pembesaran (impact factor) yang terdapat pada tabel

5.2.1 PCI Design Hand Book, yaitu :

- 1,2 untuk pengangkatan dan pemasangan.

- 1,5 untuk transportasi.

Batasan yang harus dipenuhi pada tahapan ini ialah balok pracetak tidak boleh mengalami retak. Batas tegangan retak pada serat tarik terluar ialah :

$$f_r = 0,94 \cdot (f_c') = 0,94 \cdot (72,43)^{0,5} = 7,99 \text{ MPa.}$$

Titik pengangkatan direncanakan diletakan pada 3 titik.



$$M_{\max} = - 0,094 \text{ tm} = 9,4 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

$$f = M/W = 0,088 \text{ MPa} < f_r \text{ ...ok!}$$

6.1.6. Perhitungan Tulangan Pengangkatan.

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan selama fase pengangkatan, maka PCI menyarankan faktor keamanan sebesar 4. Sehingga dalam merencanakan tulangan pengangkatan beban yang sesungguhnya harus dikalikan 4.

$$\text{Beban yang diangkat} = 7,5 \times 0,29694 = 2,2271 \text{ t}$$

$$\text{maka beban rencana} = 4 \times 2,2271 = 8,9082 \text{ t}$$

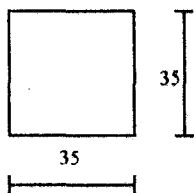
$$\text{Beban yang diterima setiap titik angkat} = 8,9082/3 = 2,9694 \text{ t} = 2,9694 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$= 6,6765 \text{ kips.}$$

Maka digunakan tulangan pengangkatan berupa strand ϕ 1/2", 270 ksi triple loop yang ditanamkan sedalam 46 cm dengan kapasitas 13,65 ksi. (sumber tabel 5.2.3 PCI Design Hand Book)

6. 1. 7. Lateral Buckling

Balok



Gambar 5. 2 Penampang Balok

$$wt = 0,29694 \text{ t/m} = 199,556 \text{ plf}$$

$$L = 147,64 \text{ in}$$

$$fc' = 10.504,72 \text{ psi}$$

$$Ec = 5,0986E6 \text{ psi}$$

$$Iy = 1/12 \times 13,779^4 = 3004,38 \text{ in}^4$$

$$By = 5/384(199,556 \times 147,64^4 / 12 \times 5,0986E6 \times 3004,38) = 0,00672$$

$$Yt = 35/2 = 17,5 \text{ cm} = 6,88 \text{ in} > 2B = 0,01344 \text{ in}$$

Maka dimensi balok kuat menahan lateral buckling yang disebabkan pada waktu pengangkatan elemen balok

6. 1. 8. Perhitungan Chord Force

$$1. W = w.l = 1337,5 \times 8 = 107000 \text{ N}$$

$$2. W = w.l = 22737,5 \times 8 = 189900 \text{ N}$$

$$W_t = 296900 \text{ N}, \quad V_R = W/2 = 148450 \text{ N}, \quad a = 1.00 \text{ m}$$

max shear between members :

$$\text{I.} = (2a/l)V_R = (2 \times 1/8)53500 = 13375 \text{ N}$$

$$\text{II.} = (2a/l)V_R = (2 \times 1/8)94950 = 23737,5 \text{ N}$$

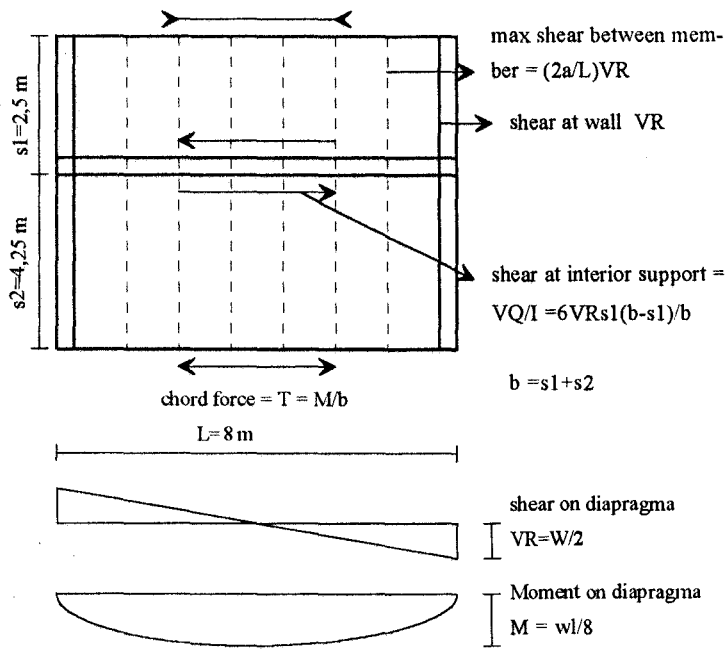
shear at interior support :

$$= [6 \times 148450 \times (4,25 - 2,5) \times 2,5] / 6,75 = 14189,58$$

chord force

$$T = M/b = 296900 / 6,75 = 43985,19 \text{ N}$$

Perencanaan Elemen Struktur Utama



6.2. Perencanaan Kolom.

6.2.1. Umum.

Bab ini membahas perencanaan penulangan lentur kolom, pengecekan biaksial bending pada kolom dengan Bresler Reciprocal Method, penulangan geser kolom dan perencanaan pertemuan balok dan kolom.

Buku referensi yang digunakan pada bab ini antara lain " Disain Beton Bertulang " oleh Chu Kia Wang dan Charles J. Salmon edisi 4, " Reinforced Design Concrete" oleh Kenneth Leet, SKSNI 1991, diagram interaksi program PCACOL.

Suatu komponen struktur yang menerima momen lentur dan aksial tekan secara serentak harus diperhitungkan sebagai beam column dengan mempertimbangkan pengaruh tekuk yang terjadi akibat kelangsingan komponen struktur tersebut.

Dengan adanya faktor tekuk akibat pengaruh kelangsingan ini, pada komponen struktur tekan dan lentur akan terjadi momen tambahan sebesar $M_o = P \cdot \Delta$, sehingga untuk suatu komponen struktur tekan dan lentur langsing, momen-momen pada ujung kolom harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran yang akan diuraikan dibawah ini.

6.2.2. Panjang Tekuk Kolom

Panjang tekuk kolom adalah panjang bersih kolom antara pelat lantai atau balok diujung-ujungnya yang dikalikan dengan suatu faktor tekuk (k) yang besarnya:

$k \geq 1$ untuk kolom tanpa pengaku samping (unbraced)

$k \leq 1$ untuk kolom dengan pengaku samping (braced)

Faktor tekuk (k) merupakan fungsi dari tingkat penjepitan ujung atas (μ_A) dan tingkat penjepitan ujung bawah (μ_B) dimana tingkat penjepitan ujung kolom tersebut dengan persamaan :

$$\mu = \frac{\sum EI / Lu \text{ kolom}}{\sum EI / Lu \text{ balok}}$$

dimana :

μ = Tingkat penjepitan ujung kolom

EI / Lu = Faktor kekakuan kolom atau balok yang ditinjau

Nilai dari faktor tekuk (k) dapat diperoleh dari nomogram dengan nilai-nilai μ_A dan μ_B kemudian menarik garis lurus yang melewati titik-titik μ_A dan μ_B tersebut sehingga dapat nilai k .

6.2.3. Pembatasan Penulangan Kolom

SKSNI psl 3.3.9-1 menyebutkan bahwa ratio penulangan kolom disyaratkan untuk tidak kurang dari 1% tetapi tidak lebih dari 8% dari luas bruto penampang kolom.

$$0.01 \leq \rho \leq 0.08$$

Pembatasan rasio tulangan minimum ini ditujukan untuk mencegah terjadinya retak akibat rangkak (creep) yang terjadi pada beton sedangkan pembatasan rasio tulangan maksimum didasarkan atas pertimbangan kesulitan pemasangan dilapangan.

Jumlah minimum batang tulangan memanjang kolom adalah 4 buah untuk kolom dengan sengkang pengikat segi empat dan 6 buah untuk kolom dengan pengikat spiral.

6.2.4. Kolom Pendek

Suatu unsur tekan pendek bila dibebani gaya aksial lebih besar dari kapasitasnya akan mengalami keruntuhan bahan (runtuhnya beton) sebelum mencapai ragam keruntuhan tekuknya. Oleh sebab itu untuk perencanaan struktur tekan pendek, bahaya akibat tekuk tidak perlu diperhitungkan.

Suatu komponen struktur tekan dikatakan pendek apabila perbandingan kelangsingan yaitu perbandingan panjang tekuk kolom ($k L_n$) terhadap radius girasi(r)

$$\begin{aligned} \frac{k L_n}{r} &< 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} & M_2 > M_1 \text{ (braced frame)} \\ \frac{k L_n}{r} &< 22 & \text{ (unbraced frame)} \end{aligned}$$

dimana :

- nilai r dapat diambil sebesar $\sqrt{\frac{I}{A}}$ atau :

0.3 h dalam arah momen yang ditinjau untuk kolom persegi, atau

0.25 d untuk kolom bulat (d = diameter kolom)

Menurut Kenneth Leet dalam *Reinforced Design Concrete* untuk kolom yang digolongkan sebagai kolom pendek, maka tidak akan timbul momen tambahan akibat lendutan kolom, sehingga pembesaran momen dapat diabaikan. Untuk

golongan ini gaya-gaya yang dihasilkan dari perhitungan ETABS dapat langsung digunakan untuk merencanakan struktur.

6.2.5. Kolom Panjang

Apabila nilai perbandingan kelangsingan untuk kolom pendek diatas tidak terpenuhi, maka suatu komponen struktur tekan boleh dikatakan kolom panjang.

Kolom dengan perbandingan kelangsingan besar akan melendut ke samping (menekuk) sehingga timbul momen sekunder. Untuk itu dalam perhitungan kolom panjang diperlukan suatu faktor pembesaran momen yang harus diperhitungkan terhadap panjang tekuk kolom.

6.2.6. Faktor Pembesaran Momen Untuk Kolom Panjang

Di dalam peraturan ACI, perhitungan dari pengaruh kelangsingan dapat didekati dengan menggunakan cara pembesaran moment, dimana jumlah dari moment primer dan sekunder dikalikan dengan suatu faktor pembesaran δ .

SKSNI'91 psl 3.3.11-5 menyebutkan bahwa apabila suatu kolom adalah kolom panjang, maka momen yang terjadi harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran menjadi :

$$M_c = \delta_b \cdot M_{2b} + \delta_s \cdot M_{2s} \quad \dots\dots\dots \text{SKSNI'91 pers 3.3-6}$$

dimana :

- M_c = Momen rencana kolom setelah diperbesar

- M_{2b} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan kesamping yang berarti.

- M_{2s} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban yang menimbulkan goyangan kesamping seperti beban gempa, dsb.

$$- \delta_b = \frac{C_m}{1 - P_u / \phi P_c} \geq 1 \quad (\text{SKSNI pers 3.3-7})$$

$$- \delta_s = \frac{C_m}{1 - \sum P_u / \phi \sum P_c} \geq 1 \quad (\text{SKSNI pers 3.3-8})$$

$$- C_m = 0.6 + 0.4 M_{1b} / M_{2b} > 0.4 \quad (\text{SKSNI pers 3.3-12})$$

nilai M_{1b}/M_{2b} negatif untuk momen double curvature untuk unbraced frame..... $C_m = 1$

$$- P_c = \frac{\pi^2 E I}{(k L_n)^2} \quad (\text{SKSNI pers 3.3-9})$$

$$- EI = \frac{0.2 E_c I_g + E_s I_s}{1 + \beta_d} \quad (\text{SKSNI pers 3.3-10})$$

- ϕ = Faktor reduksi kekuatan

= 0,65 (untuk komponen kolom dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat)

Dalam perencanaan gedung ini, kolom dirancang sebagai Unbraced Frame, karena kolom akan berperilaku sebagai kantilever akibat pemodelan lantai rigid (diaphragma floor).

6.2.7. Prosedur Penulangan Lentur Kolom

Langkah - langkah untuk menghitung penulangan lentur kolom yang digunakan pada tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Tetapkan apakah kolom termasuk braced atau unbraced. Pada tugas akhir ini kolom ditetapkan sebagai kolom unbraced . Hal ini disebabkan oleh : pemodelan struktur sebagai rigid diapragma menimbulkan konsekuensi pemodelan kolom sebagai kantilever yang menyangga lumped mass. Sehingga pada kolom terjadi sideway (geseran kesamping).
2. Tetapkan apakah kolom termasuk kolom pendek atau kolom panjang. Seperti telah dijelaskan diatas, bila termasuk kolom pendek maka tidak perlu diakan pembesaran momen, demikian pula sebaliknya. Peninjauan kolom pendek atau kolom panjang dilakukan pada kedua arah sumbu global. Hal ini dilakukan sebagai langkah keamanan.
3. Momen yang telah diperoleh dari langkah 2, kemudian dihitung momen ekivalensinya dengan metoda **Kontur Beban cara Parme**. Dimana momen dua arah (biaxial) dijadikan satu arah, kearah yang kritis. Rumus yang digunakan ialah :

$$\phi M'_{nx} = M_{ux} + M_{uy} \cdot \frac{b}{h} \cdot \frac{1-\beta}{\beta}$$

$$\phi M'_{ny} = M_{uy} + M_{ux} \cdot \frac{b}{h} \cdot \frac{1-\beta}{\beta}$$

Harga β berkisar antara 0,55 sampai dengan 0,65. Untuk disain lebih akurat biasa digunakan 0,65. Dari dua harga momen diatas dipilih yang terbesar untuk mendisain tulangan dengan bantuan diagram interaksi ACI yang telah dikonversikan kesatuan SI oleh Laboratorium Konstruksi Beton ITS. Diagram interaksi M - N tersebut dibuat berdasarkan bermacam-macam mutu beton dan

mutu baja tulangan, sumbu ordinatnya menyatakan P_u dan sumbu absisnya

menyatakan $M_u = M_c$ dengan rumus :

$$\frac{\phi P_n}{A_g} \quad \text{untuk sumbu ordinat (y)}$$

$$\frac{\phi M_n}{A_g h} \quad \text{untuk sumbu absis (x)}$$

Nilai P_n diperoleh dari hasil perhitungan ETABS, sedangkan M_n diperoleh dari rumus diatas. Besarnya ρ perlu diperoleh dengan menarik garis sejajar sumbu x sebesar $\frac{\phi P_n}{A_g}$ yang dipotongkan dengan garis e/h yang tersedia digrafik.

$$e = \frac{\phi M_n}{P_u} \quad \text{sedangkan } h = \text{lebar kolom.}$$

Untuk memeriksa kapasitas penampang dengan rasio tulangan yang telah diperoleh dibuat diagram interaksinya , lalu harga M_u dan P_u yang telah diperoleh dari perhitungan diatas diplotkan ke diagram interaksi. Jika titik berada disebelah kiri diagram berarti penampang mampu memikul beban M_u dan P_u demikian pula sebaliknya.

6.2.8. Chek Dengan Bresler Reciprocal Method

Bresler Reciprocal Method merupakan salah satu teori dalam pengecekan kolom yang mengalami moment dari dua arah (biaksial bending). Sebagai alat bantu digunakan diagram interaksi yang sama dengan yang digunakan untuk merencanakan tulangan lentur kolom diatas.

Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Carilah harga e/h untuk masing-masing arah momen. Momen yang digunakan ialah momen yang dihasilkan dari langkah 2 perencanaan tulangan lentur kolom.
2. Dari harga e/h untuk masing-masing arah momen dan ρ yang digunakan lalu titik pertemuannya diproyeksikan sejajar sumbu x untuk memperoleh harga $\frac{\phi P_n}{A_g}$. Maka harga P_n untuk arah x dan y dapat diperoleh.

Kekuatan penampang tekan yang memperoleh gaya aksial dan momen lentur dalam dua arah sumbu utamanya (momen biaksial) dapat dirumuskan sbb :

$$\frac{1}{P_{nb}} = \frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}$$

dimana :

- P_{nb} = kekuatan nominal kolom akibat momen dua arah
- P_{ox} = kekuatan nominal, kolom arah x
- P_{oy} = kekuatan nominal kolom arah y
- P_o = kekuatan nominal kolom akibat beban aksial kon-sentris
 $= 0.8 \cdot \phi \cdot [0.85 f_c' (A_g - A_s) + A_s f_y]$SKSNI'91 pers 3.1-2

6.2.9. Penulangan Geser Torsi Kolom

Penulangan geser dan torsi pada kolom pada hakekatnya adalah sama dengan penulangan geser - torsi pada balok, yang diatur dalam pasal 3.4.3 dan 3.4.6 SKSNI

** Contoh perhitungan*

Sebagai contoh perhitungan diambil kolom C18 level1 dengan data perencanaan sebagai berikut :

- Ukuran kolom = 35 x 35 cm
- Mutu beton = K 800 $f_c' = 72,43 \text{ MPa}$
- Mutu baja = U48 $f_y = 480 \text{ MPa}$
- Decking = 4 cm
- Tulangan utama = D 16
- Begel = $\phi 10$
- $d' = 4 + 1 + 1.25 = 6.25 \text{ cm}$
- Jari-jari girasi $0.3h = 0.3 \cdot 35 = 10.5 \text{ cm}$
- Ukuran balok (35 x 55), $f_c' = 72,43 \text{ MPa}$
- Balok :

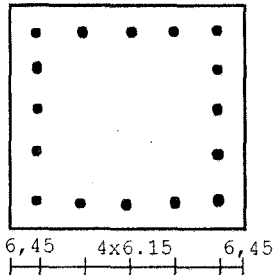
$$I_{cr} = I_g/2$$

$$= 1/12 \cdot 350 \cdot 550^3/2 = 242630 \text{ e}^4 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 35155,1 \text{ MPa}$$

$$EI_{\text{balok}} (EI_b) = 242630 \text{ e}^4 \times 35155,1 = 8,5297 \cdot 10^{14}$$

- Kolom : (coba 16 D16)



$$I_g = 1/12.350.350^3 = 1.2505.10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_s = 2.201.(5.123^2 + 2.61.5^2) = 33450219 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 35155,1 \text{ MPa}$$

$$\beta = \frac{M_d}{M_{tot}} = 1,2/(1,2+1,6(0,258)) = 0,645$$

$$EI_c = \frac{0,2.E_c.I_g + E_s.I_s}{1+\beta}$$

$$= 0,2 \times 35155,1 \times 1,2505.10^9 + 2,1.10^5 \times 33450219 / (1+0,645)$$

$$= 9,6151.10^{13}$$

atau

$$EI_c = \frac{0,4.E_c.I_g}{1+\beta} = 0,4 \times 35155,1 \times 1,2505.10^9 / 1,645 = 1,06897.10^{13}$$

Dari kedua harga diatas dipakai yang terbesar untuk digunakan saat menghitung P_c . Untuk menghitung EI kolom digunakan $E_c.I_g = 9,6151 \cdot 10^{13}$.

Perencanaan Elemen Struktur Utama

Dari analisa ETABS didapat gaya-gaya dalam pada kolom (C18 Level 1) sebagai berikut

arah x

$$- M_2s = 8,162 \text{ tm} ; M_1s = 5,179 \text{ tm}$$

$$- V_u = 8,325 \text{ ton}$$

arah y

$$- M_2s = 0,697 \text{ tm} ; M_1s = 0,43 \text{ tm}$$

$$- V_u = 0,831 \text{ ton}$$

$$- P_u = P_dL + 0,4.P_{IL} = 200,651 \text{ ton}$$

** Kontrol kelangsingan kolom*

Dalam perencanaan ini, kolom dianggap sebagai tanpa pengaku samping (unbraced frame).

$$\text{- Faktor jepitan atas } \mu_A = \frac{\sum EI / Lu \text{ kolom}}{\sum EI / Lu \text{ balok atas}}$$

$$= (9,61510E13/3650 + 9,615.10E13/3650) / 8,5297E14/7000$$

$$= 0,43$$

$$\text{- Faktor jepitan bawah } \mu_B = 1$$

Dari nomogram M - N non dimensi untuk nilai μ_A dan μ_B diatas didapat :

$$\text{- Faktor tekuk } k = 0,745$$

$$\text{- Nilai kelangsingan} = \frac{k \cdot L_n}{r} = \frac{0,745 \cdot (365-55)}{24}$$

$$= 9,62 < 22$$

Jadi pengaruh tekuk dapat diabaikan (kolom pendek)

Harga momen hasil perhitungan ETABS dapat langsung digunakan. Dipilih momen arah x dan y yang menentukan, yaitu :

$$Mu_x = 8,162 \text{ tm} ; Mu_y = 0,697 \text{ tm}$$

** Perhitungan titik absis dan ordinat pada diagram M - N*

$$\phi M'_{nx} = 8,162 + 0,697 \cdot 1 \cdot \frac{1 - 0,65}{0,65} = 8,537 \text{ tm}$$

$$\phi M'_{ny} = 0,697 + 8,162 \cdot 1 \cdot \frac{1 - 0,65}{0,65} = 5,092 \text{ tm}$$

Dipilih harga yang menentukan yaitu 8,537 tm

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{200,651 \cdot 10^4}{350^2} = 16,377$$

$$e = \frac{\phi M'_{ny}}{P_u} = \frac{8,537 \cdot 10^7}{200,651 \cdot 10^4} = 42,55 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 15 + 0,03 \cdot h = 15 + 0,03 \cdot 350 = 25,5 \text{ mm}$$

$e_{\text{ada}} > e_{\min}$ OK!

$$e/h = 42,55/350 = 0,1216$$

Dengan menggunakan program PCACOL diperoleh dimensi kolom : 350 X 350 dengan 16D16 diperoleh $\rho = 2,62 \%$

Hasil perhitungan kolom lainnya disajikan dalam bentuk tabel di lampiran dengan diagram interaksi untuk pengecekan.

*** Penulangan Geser**

$$- V_u = 4,374 \cdot 10^4 \text{ N} \quad N_u = 2,0065 \cdot 10^7 \text{ N}$$

$$- V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{4,374 \cdot 10^4}{0,6} = 72900 \text{ N}$$

$$- d = h - d' = 35 - 4 - 1 - 0,8 = 29,2 \text{ cm}$$

$$- \text{Tulangan geser} = \phi 10 \quad f_y = 390 \text{ MPa}$$

$$- A_v \text{ ada} = 2 * \pi/4 * 10^2 = 157,1 \text{ mm}^2$$

Sumbangan kekuatan geser beton

$$\begin{aligned} V_c &= 2 * 1/6 * \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \left[1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right] \\ &= 2 * 1/6 * \sqrt{72,43} * 350 * 292 \left[1 + \frac{2,0065 \text{E}6}{14 * (350^2)} \right] \\ &= 6,29 \cdot 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_c > V_n$$

maka . dipasang tulangan geser **D10 - 120**

Hasil perhitungan untuk kolom yang lainnya disajikan dalam bentuk tabel dilampiran

6.2.10. Pertemuan Balok Dan Kolom

Pertemuan balok dan kolom merupakan daerah dimana terjadi interaksi tegangan yang sangat tinggi, karena adanya momen berbalik arah pada balok-balok disisinya akibat beban gempa yang cukup besar.

Faktor yang kritis dalam perencanaan pertemuan balok dan kolom adalah pemindahan gaya-gaya yang bekerja pada suatu elemen struktur kepada elemen struktur lainnya melalui suatu

Faktor yang kritis dalam perencanaan pertemuan balok dan kolom adalah pemindahan gaya-gaya yang bekerja pada suatu elemen struktur kepada elemen struktur lainnya melalui suatu pertemuan. Bila tidak direncanakan dengan tepat justru di daerah pertemuan ini akan terjadi retak diagonal akibat geser horisontal yang bekerja. Untuk perencanaan hubungan balok kolom pada rangka beton bertulang penahan gaya gempa, SKSNI pasal 3.14.2 butir 3 dan 4 memberikan batasan sebagai berikut :

- Untuk struktur yang direncanakan dengan tingkat **daktilitas 2** harus direncanakan proporsinya menurut ketentuan pasal 3.14.9 dan memenuhi ketentuan pasal 3.1 hingga 3.11.
- Untuk struktur yang direncanakan dengan tingkat **daktilitas 3** harus direncanakan proporsinya menurut ketentuan pasal 3.14.2 hingga 3.14.8 dan memenuhi ketentuan pasal 3.1 hingga 3.11.

Gedung Apartemen Taman Sejahtera pada tugas akhir ini direncanakan dengan tingkat daktilitas 2, sehingga dalam merencanakan hubungan balok kolom digunakan SKSNI pasal 3.14.9.

Pasal 3.14.9 SKSNI tidak menyajikan ketentuan hubungan balok kolom dalam bentuk perhitungan teknis melainkan berupa batasan-batasan jumlah dan jarak dari sengkang dan tulangan memanjang yang digunakan pada elemen balok dan kolom.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan hubungan balok kolom menurut pasal 3.14.9 ialah :

a. Balok

- Kuat momen positif pada sisi muka dari join tidak boleh kurang dari $1/2$ kuat momen negatif yang disediakan pada sisi muka join tersebut. Pada sembarang penampang dari komponen struktur tersebut, kuat momen positif maupun negatifnya tidak boleh kurang dari $1/4$ kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung join.
- Sengkang tertutup harus dipasang dalam daerah sepanjang tinggi komponen struktur.
- Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50mm diukur dari sisi muka komponen pendukung. Spasi maksimum sengkang tersebut tidak boleh melebihi $d/4$, sepuluh kali diameter tulangan terkecil, 24 kali diameter batang sengkang dan 300 mm.

b. Kolom

- Pada seluruh tinggi kolom harus dipasang tulangan transversal dari sengkang tertutup maupun sengkang majemuk seperti yang ditentukan dalam ayat 3.4.1 hingga 3.4.5
- Spasi majemuk dari sengkang tertutup pada kolom tidak boleh lebih dari setengah dari dimensi komponen struktur yang terkecil, sepuluh kali diameter tulangan longitudinal terkecil dan 200 mm.

Perencanaan Elemen Struktur Utama

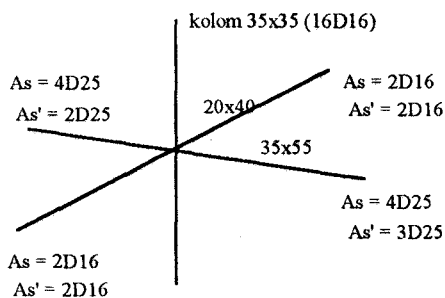
- Pada setiap muka join dan pada kedua sisi dari setiap penampang harus dipasang tulangan transversal sepanjang l_o dari muka yang ditinjau.

Panjang l_o tidak boleh kurang dari :

- tinggi komponen struktur untuk, $Nu,k < 0,3 \cdot Ag \cdot f_c'$;
- satu setengah kali tinggi komponen dimensi struktur, untuk $Nu > 0,3 \cdot Ag \cdot f_c'$;
- seperenam bentang bersih dari komponen struktur;
- 450 mm.

Contoh perhitungan

♦ Interior joint kolom as C-2



- ukuran balok induk = $35 \times 55 \text{ cm}^2$
- ukuran kolom = $35 \times 35 \text{ cm}^2$
- mutu beton (f_c') = 72,43 MPa
- mutu baja (f_y) = 390 MPa (untuk begel)
= 480 MPa (untuk kolom dan balok)
- gaya aksial (P_u) = $4,52309 \times 10^6 \text{ N}$

Tinjau arah X :

momen kapasitas balok dalam tarik

$$\begin{aligned} a &= 1,25 \times A_s \times f_y / (0,85 \times f_c' \times b) \\ &= 1,25 \times 1963 \times 480 / (0,85 \times 72,43 \times 250) \\ &= 76,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{kap} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 1,25 \cdot 1963 \cdot 480 \cdot (485,5 - 76,52/2) \\ &= 5,27 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Gaya geser kolom yang bekerja pada joint

$$\begin{aligned} V_{kol} &= ((L_{ub}/L_{nb}) \times M_{kap \text{ ka}} + (L_{ub}/L_{nb}) \times M_{kap \text{ ki}}) / (L_{ka} + L_{ki}) / 2 \\ &= ((800/765) \times 5,27 \cdot 10^8 + (700/665) \times 5,27 \cdot 10^8) / (800 + 700) / 2 \\ &= 1,474 \cdot 10^6 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya geser dan tegangan geser horisontal yang bekerja

$$\begin{aligned}V_{jh} &= 1,25(A_s + A_s') \cdot f_y - V_{kol} \\&= 1,25(3436) \cdot 480 - 1,474 \cdot 10^6 \\&= 587600 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{jh} &= V_{jh} / (b \cdot x \cdot h) \\&= 587600 / 350 \times 350 = 4,796 < 1,5 (f_c')^{1/2} \\&= 12,77 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Tinjau arah Y

$$\begin{aligned}a &= 1,25 \cdot 402 \cdot 480 / (0,85 \cdot 72 \cdot 43 \cdot 200) \\&= 19,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{kap} &= 1,25 \cdot 402 \cdot 480 (335 - 19,6/2) \\&= 7,85 \cdot 10^7 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{kol} &= ((850/815) \cdot 7,85 \cdot 10^7 + (500/465) \cdot 7,85 \cdot 10^7) / (850 + 500) / 2 \\&= 2,46 \cdot 10^5 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{jh} &= 1,25(804,25)480 - 2,46 \cdot 10^5 \\&= 2,362 \cdot 10^5 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{jh} &= 2,362 \cdot 10^5 / 350 \times 350 \\&= 1,93 \text{ MPa} < 12,77 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dari tinjauan arah X dan arah Y di atas, maka arah X lebih menentukan

Tegangan geser yang dipikul beton

$$\begin{aligned}v_{ch} &= 2/3 ((P_u/A_g) - 0,1.f_c')^{1/2} \\&= 2/3 (((4,52.10^6)/(350 \times 350)) - 0,1.72,43)^{1/2} \\&= 3,63 \text{ MPa} < v_{jh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{sh} &= v_{jh} - v_{ch} \\&= 4,796 - 3,63 \\&= 1,166\end{aligned}$$

Tulangan geser

$$\begin{aligned}A_v/s &= v_{sh}x b/f_y \\&= 1,166.350/390 \\&= 1,0464 \\s &= 157/1,0464 \quad (\text{sengkang D10, } A_v = 157 \text{ mm}^2) \\&= 150 \text{ mm}\end{aligned}$$

dipasang begel praktis D10 - 120

6.3. Dinding Geser (Shear Wall)

6.3.1. Umum

Dinding geser merupakan komponen struktur yang efisien untuk menahan beban lateral yang berasal dari angin atau gempa disamping kolom. Disini dinding geser akan dimodelkan sebagai kantilever yang akan terbebani oleh momen lentur dan gaya geser yang berasal dari beban lateral dan gaya tekan aksial yang berasal dari beban gravitasi. Lantai dimodelkan sebagai diaphragma horisontal dan akan menghasilkan tahanan lateral bagi dinding geser, sehingga panjang kritis dinding geser sama dengan tinggi antar lantai struktur.

Dalam prakteknya dinding geser dicor perlantai, sehingga harus dikontrol kemampuan geser hubungan antara dinding geser masing-masing lantai. Kemampuan ikatan antara dua dinding / clamping stress dipikul seluruhnya oleh tulangan vertikal yang diproporsikan untuk memikul geser antara dua dinding.

6.3.2. Perencanaan Dinding Geser.

Data Perencanaan :(elemen wall no.1 level 1)

- $N_u = 325,382 \text{ t}$ (tekan)
- $M_u = 75,4 \text{ tm}$
- $V_u = 0,087 \text{ t}$ (merata setinggi dinding geser 1 lantai)
- Tinggi (h) = 365 cm.
- Panjang horisontal (l_w) = 200 cm

- Jarak antar tulangan tarik dengan serat tekan terluar (d) = $0,8 l_w$
 $= 160 \text{ cm.}$
- $f_c' = 72,43 \text{ MPa (K800)}$
- $f_y = 480 \text{ MPa (U48)}$
- Tebal dinding geser (b) = $17,5 \text{ cm.}$

Tebal minimum dinding geser menurut pasal 3.7.5 butir 3 SKSNI ialah :

$1/25 \times$ tinggi atau panjang komponen dukung dan tidak boleh kurang dari 100 mm.

$$1/25 \times 365 = 14,6 \text{ cm.}$$

Tebal dinding geser direncanakan $17,5 \text{ cm} > 14 \text{ cm}$..Ok!

- ♦ Kuat geser maksimum yang mampu dipikul penampang menurut pasal 3.4.10

butir 3 SKSNI ialah :

$$\begin{aligned} V_n &= 5 \cdot \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot h \cdot d \\ &= 5 \cdot \frac{\sqrt{72,43}}{6} \cdot 3650 \cdot 1600 = 41418164 \text{ N} = 4141,82 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{0,087}{0,6} = 0,145 \text{ t} < 4141,82 \text{ t} \dots\dots\text{ok! (kemampuan dinding memikul gaya geser}$$

lebih besar dari beban geser yang

diterimanya.)

- ♦ Kemampuan dinding geser menerima beban aksial menurut persamaan 3.7.1

SKSNI, ialah :

$$\phi P_{nw} = 0,55 \cdot \phi \cdot f_c' \cdot A_g \cdot \left(1 - \left(\frac{k \cdot l_c}{32 \cdot h} \right)^2 \right)$$

h = tebal dinding geser (mm).

$$\phi = 0,7$$

$k = 0,8$; untuk struktur yang dikekang terhadap rotasi pada salah satu ujungnya.

l_c = jarak vertikal antara dua tumpuan (mm).

$$\begin{aligned}\phi P_{nw} &= 0,55 \cdot 0,72 \cdot 43 \cdot 2000 \cdot 175 \cdot \left(1 - \left(\frac{0,8 \cdot 3650}{32 \cdot 175}\right)^2\right) \\ &= 9759942,5 \text{ N} = 975,99 \text{ t} > N_u \dots \text{Ok!}\end{aligned}$$

Dinding mampu memikul gaya aksial yang ditimbulkan oleh beban gravitasi.

- ♦ Perencanaan tulangan geser penampang horisontal.

Perencanaan tulangan geser penampang horisontal didasarkan pada pasal 3.4.10 SKSNI.

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = V_c + V_s$$

$$V_n = 0,087/0,6 = 0,145 \text{ t} = 1450 \cdot 10^4 \text{ N}.$$

V_c diambil dari harga terkecil dari persamaan 3.4.32 dan 3.4.33 SKSNI, yaitu :

$$\begin{aligned}V_c &= \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{4}\right) \cdot h \cdot d + \frac{N_u \cdot d}{4 \cdot l_w} \\ &= \left(\frac{\sqrt{72,43}}{4}\right) \cdot 3650 \cdot 1600 - \frac{325,382 \cdot 10^4 \cdot 1600}{4 \cdot 2000} = 11774685 \text{ N} \\ \frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} &= \frac{75,4}{0,087} - \frac{2}{2} = 866 \text{ m} > 0, \text{ maka}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \left[\left(\frac{\sqrt{f_c'}}{2} + \frac{l_w \cdot \left(\sqrt{f_c'} + 2 \cdot \frac{N_u}{l_w \cdot h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) + 10 \right] \cdot h \cdot d \\ V_c &= \left[\left(\frac{\sqrt{72,43}}{2} + \frac{2000 \cdot \left(\sqrt{72,43} - 2 \cdot \frac{325,382 \cdot 10^4}{2000 \cdot 3650} \right)}{886000} \right) + 10 \right] \cdot 36500 \cdot 1600 \\ &= 83351340 \text{ N} > 1174685 \text{ N}\end{aligned}$$

maka dipakai $V_c = 1174685 \text{ N}$

$V_n < 0,5 V_c$, sehingga tulangan geser harus direncanakan sesuai dengan pasal

3.4.10 butir 9 SKSNI

$$\rho_{\min} = 0,0025 \text{ (terhadap penampang vertikal dinding geser)}$$

$$A_{h \min} = 0,0025 \cdot h_w \cdot b = 0,0025 \cdot 365 \cdot 17,5 = 15,969 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Spasi tulangan (s)} &\leq l_w/5 = 40 \text{ cm} \\ &\leq 3 \cdot h = 3 \cdot 17,5 = 52,5 \text{ cm} \\ &\leq 500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menurut pasal 3.14.9 butir 7 SKSNI, jika tebal dinding lebih besar atau sama dengan 200 cm maka pada dinding tersebut paling sedikit harus dipasang dua lapis tulangan.

Dipasang D16 - 40

$$A_h \text{ ada} = 2 \cdot A_s \cdot h/s = 2 \times 201 \times 3650/400 = 36,68 \text{ cm}^2 > A_h \text{ perluOk!}$$

♦ Penulangan geser vertikal

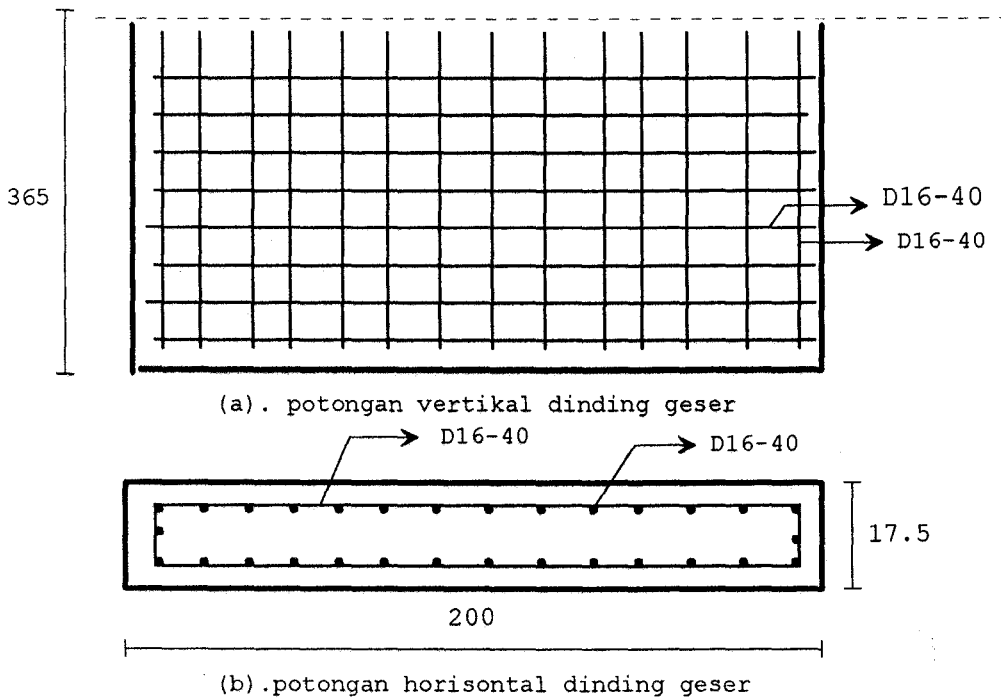
Menurut pasal 3.4.10 butir 9 SKSNI, rasio tulangan geser vertikal terhadap luas bruto penampang horisontal dinding geser tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} \rho_n &= 0,0025 + 0,5 \cdot \left(2,5 - \frac{h_w}{l_w} \right) \cdot (\rho_h - 0,0025) && \text{pers 3.4-35 SKSNI} \\ &= 0,0025 + 0,5 \cdot \left(2,5 - \frac{365}{200} \right) \cdot \left(\frac{36,68}{365 \cdot 17,5} - 0,0025 \right) \\ &= 3,594 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$A_v = 0,003465 \cdot l_w \cdot b = 0,003594 \cdot 200 \cdot 17,5 = 12,579 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{spasi maksimum (s)} &\leq l_w/3 = 200/3 = 66,7 \text{ cm} \\ &\leq 3 \cdot h = 52,5 \text{ cm} \\ &\leq 500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipasang D16 - 40 cm ($A_s = 20,11 \text{ cm}^2$)



gambar 6.3.1 . Penulangan dinding geser

6.3.3. Kontrol Kekuatan Geser Hubungan antar Dinding Geser per lantai.

Besarnya gaya geser yang dapat ditransferkan pada potongan horisontal pertemuan antar dinding geser adalah :

$$V_{u f} = \frac{N + A_v f \times f_y}{A_g} \quad (\text{Park \& Paulay, 1975 - 12.2})$$

N = gaya aksial pada potongan horisontal (bertanda positif jika tekan)

$A_v f$ = luas tulangan vertikal untuk memikul geser pada joint

A_g = luas bruto penampang beton

Perencanaan Elemen Struktur Utama

Pada shear wall yang direncanakan untuk menahan beban gempa, aksial tekan tidak diambil maksimum sebagai antisipasi terjadinya aksial tarik, dimisalkan direduksi 20%. Sedangkan kedalaman efektif wall diambil $0,8.l_w$. Untuk keadaan aksial tekan, rumus diatas menjadi :

$$V_{uf} = \phi \times \frac{0,8 \times N + A_{vf} \times f_y}{0,8 \times b \times l_w}$$

dengan mengambil : $V_u = \frac{V_u}{0,8 \times b \times l_w}$ dan

$$\rho_{vf} = \frac{A_{vf}}{A_g}$$

$\rho_{vf(min)} = 0.0025$ maka didapat

$$\rho_{vf} \geq \left(V_u - \phi \times \frac{N}{A_g} \right) \geq 0.0025$$

ρ_{vf} = rasio tulangan pada penampang joint.

Contoh perhitungan :

$$N_u = 325,382 \cdot 10^4 \text{ N (tekan)}$$

$$A_{vf} = 2011 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 0,8 \times 2000 \times 175 = 280000 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 480 \text{ MPa}$$

$$v_{uf} = \frac{325,382.10^4 + 2011.480}{280000} \times 0,85 = 15,0682 \text{ N/mm}^2$$

$$v_u = \frac{870}{280000} = 3,107.10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$v_{uf} > v_u$ Ok!

6.3.4. Penulangan Lentur Dinding Geser

Dinding geser dalam analisisnya dapat dianggap berperilaku sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit didasarnya (Nilson, "Design of Concrete Structure"). Karena itu perencanaan tulangan lentur dinding geser direncanakan seperti balok dengan menyebar tulangan lentur disisi luar dinding geser.

contoh perhitungan :

$$M_u = 75,44 \text{ tm}$$

pada jarak 1,6 m dari sisi luar dipasang tulangan 5D16 ($A_s = 1005,31 \text{ mm}^2$)

$$d = 3650 - 400 = 3250 \text{ mm}$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$a = \frac{1005,31.480}{0,85.72,43.175} = 44,79 \text{ mm}$$

$$M_n = 1005,31.480 \cdot (3250 - 44,79/2) = 1,5575 \text{ E}9 \text{ Nmm} = 155,75 \text{ tm}$$

$$M_u = 155,75 \cdot 0,8 = 124,598 \text{ tm} > M_u \text{ beban Ok!}$$

6. 4. Hasil Perencanaan

Dari hasil analisa, desain dan perhitungan dapat dirangkum perbandingan perencanaan penggunaan Beton Mutu Tinggi dengan beton normal dengan meninjau rasio perbandingan ;

- berat tulangan terhadap volume beton
- luas tulangan terhadap luas beton

No	Beton Normal	Beton Mutu Tinggi
1	<p><u>Gedung 9 Lantai</u></p> <p>Kriteria Desain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Open frame dengan Shear Wall - Program evaluasi struktur ETABS - Tingkat Daktilitas : 2 - Zone gempa : 4 - Mutu bahan : $f_c' = 35 \text{ MPa}$ $f_y = 480 \text{ MPa}$ - Dimensi struktur: <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 40x60 b. Balok (pendek) : 25x50 c. Kolom : 50x50 d. Shear Wall : (t = 30 cm) - Rasio (berat tul./volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 128 kg/m³ b. Kolom : 315 kg/m³ c. Shear Wal : 117 kg/m³ - Rasio (luas tul/luasbeton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 1,6 % b. Kolom : 4,0 % c. Shear Wall : 1,5 % - Tebal rata -rata beton per lantai t = 17,02 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 176.640 b. Kolom : 434.700 c. Shear Wall : 161.460 - Harga beton/lantai : Rp.31.997,6/m² - Harga total per lantai : Rp. 60,752 juta 	<p><u>Gedung 9 Lantai</u></p> <p>Kriteria Desain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Open frame dengan Shear Wall - Program evaluasi struktur : ETABS - Tingkat Daktilitas : 2 - Zone gempa : 4 - Mutu bahan : $f_c' = 72 \text{ MPa}$ $f_y = 480 \text{ MPa}$ - Dimensi struktur: <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 35x55 b. Balok (pendek) : 20x40 c. Kolom : 35x35 d. Shear Wall : (t = 17,5 cm) - Rasio (berat tul./volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 172 kg/m³ b. Kolom : 305 kg/m³ c. Shear Wal : 102 kg/m³ - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 2,2% b. Kolom : 3,9 % c. Shear Wall : 1,3 % - Tebal rata -rata beton per lantai t = 7,05 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 237.360 b. Kolom : 420.900 c. Shear Wall : 140.760 - Harga beton/lantai : Rp.26.063,85/m² - Harga total per lantai : Rp. 54,875 juta

2	<p><u>Gedung 25 Lantai</u></p> <p>Kriteria Desain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Open frame dengan Shear Wall - Program evaluasi struktur : ETABS - Tingkat Daktilitas : 2 - Zone gempa : 4 - Mutu bahan : $f_c' = 35 \text{ MPa}$ $f_y = 480 \text{ MPa}$ <p>(lantai 1-9)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 50×70 b. Balok (pendek) : 40×65 c. Kolom : 80×80 d. Shear Wall : ($t = 60 \text{ cm}$) - Rasio (berat tul./volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 242 kg/m^3 b. Kolom : 226 kg/m^3 c. Shear Wall : 799 kg/m^3 - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 2,3 % b. Kolom : 2,9 % c. Shear Wall : 10,2% - Tebal rata -rata beton per lantai $t = 21,36 \text{ cm}$ - Harga tulangan (Rp/m^3 beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 333.960 b. Kolom : 311.880 c. Shear Wall : 1.102.620 - Harga beton/lantai : $\text{Rp. } 40.156,8/\text{m}^2$ - Harga total per lantai : $\text{Rp. } 275,475 \text{ juta}$ 	<p><u>Gedung 25 Lantai</u></p> <p>Kriteria Desain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Open frame dengan Shear Wall - Program evaluasi struktur : ETABS - Tingkat Daktilitas : 2 - Zone gempa : 4 - Mutu bahan : $f_c' = 72 \text{ MPa}$ $f_y = 480 \text{ MPa}$ <p>(lantai 1-9)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 40×60 b. Balok (pendek) : 30×50 c. Kolom : 56.5×56.5 d. Shear Wall : ($t = 50 \text{ cm}$) - Rasio (berat tul./volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 397 kg/m^3 b. Kolom : 195 kg/m^3 c. Shear Wall : 933 kg/m^3 - Rasio (volume tul/volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 5,1 % b. Kolom : 2,5 % c. Shear Wall : 11,2 % - Tebal rata -rata beton per lantai $t = 13,67 \text{ cm}$ - Harga tulangan (Rp/m^3 beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 547.860 b. Kolom : 269.100 c. Shear Wall : 1.287.540 - Harga beton/lantai : $\text{Rp. } 50.537,99/\text{m}^2$ - Harga total per lantai : $\text{Rp. } 222,48 \text{ juta}$
---	---	--

Perencanaan Elemen Struktur Utama

<p>(lantai 10-17)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 50x70 b. Balok (pendek) : 40x65 c. Kolom : 70x70 d. Shear Wall : (t = 40 cm) - Rasio (berat tul/volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 182 kg/m³ b. Kolom : 271 kg/m³ c. Shear Wall : 627 kg/m³ - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 2,2 % b. Kolom : 3,5 % c. Shear Wall : 8,0 % - Tebal rata-rata beton per lantai t = 18,95 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 251.160 b. Kolom : 373.980 c. Shear Wall : 865.260 - Harga bet./lantai : Rp. 35626/m² - Harga total per lantai : Rp. 211.826 juta 	<p>(lantai 10-17)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 40x60 b. Balok (pendek) : 30x50 c. Kolom : 53x53 d. Shear Wall : (t = 35 cm) - Rasio (berat tul/volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 326 kg/m³ b. Kolom : 236 kg/m³ c. Shear Wall : 643 kg/m³ - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 4,2 % b. Kolom : 3,0 % c. Shear Wall : 8,2 - Tebal rata-rata beton per lantai t = 12,57 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 449.880 b. Kolom : 325.680 c. Shear Wall : 887.340 - Harga bet./lantai : Rp. 46.471/m² - Harga total per lantai : Rp. 170,162 juta
<p>(lantai 18-25)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 50x70 b. Balok (pendek) : 40x65 c. Kolom : 60x60 d. Shear Wall : (t = 60 cm) - Rasio (berat tul/volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 173 kg/m³ b. Kolom : 306 kg/m³ c. Shear Wall : 577 kg/m³ - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 2,0 % b. Kolom : 3,9 % c. Shear Wall : 7,4 % - Tebal rata-rata beton per lantai t = 17,02 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 238.740 b. Kolom : 422.280 c. Shear Wall : 796.260 - Harga bet./lantai : Rp. 31.997,6/m² - Harga total per lantai : Rp. 186,496 juta 	<p>(lantai 18-25)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensi struktur <ul style="list-style-type: none"> a. Balok (panjang) : 40x60 b. Balok (pendek) : 30x50 c. Kolom : 50,5x50,5 d. Shear Wall : (t = 60 cm) - Rasio (berat tul/volume beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 292 kg/m³ b. Kolom : 248 kg/m³ c. Shear Wall : 303 kg/m³ - Rasio (luas tul/luas beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 3,7 % b. Kolom : 3,2 % c. Shear Wall : 6,5 % - Tebal rata-rata beton per lantai t = 12,17 cm - Harga tulangan (Rp/m³ beton) <ul style="list-style-type: none"> a. Balok : 402.960 b. Kolom : 342.240 c. Shear Wall : 418.140 - Harga bet./lantai : Rp. 44993/m² - Harga total per lantai : Rp. 124,256 juta

BAB VII

PERENCANAAN SAMBUNGAN

Perencanaan sambungan pada elemen pracetak menggunakan Design and Typical Details of Connection For Precast and Prestressed Concrete bab 4.5.2 sebagai acuan.

7. 1. Perencanaan Sambungan Elemen Pelat

Pada elemen pelat, sambungan yang diperlukan adalah sambungan antar elemen pelat dan sambungan pelat dan balok.

a. Gaya pada parimeter bangunan (chord forces)

$$\phi = 0,65$$

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan chord forces pada bab VI didapat :

$$T = 14189,58 \text{ N} \quad T_n = 21830,12 \text{ N}$$

$$A_s \text{ perlu} = 1,05 \times 21830,12 / 390 = 58,77 \text{ mm}^2$$

pasang tulangan 2D12 ($A_s = 226,2 \text{ mm}^2$)

b. Sambungan antar panel

$$\phi = 0,65$$

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan bab VI didapat :

$$V_{\max} = 23737,5 \text{ N}$$

$$A_{vf} = 1,05 \times \text{total } V_{\max} / (0,65 \times f_y \times l)$$

$$= 1,05 \times 23737,5 / (0,65 \times 390 \times l) = 98,32 \times 2 = 196,64 \text{ mm}^2$$

pasang tulangan 2D12 ($A_s = 226,2 \text{ mm}^2$)

7. 2. Perencanaan Tulangan Tumpuan pada Balok Pracetak.

PCI committee on connection details merekomendasikan bahwa seluruh elemen pracetak harus dilengkapi dengan tulangan tumpuan. Hal ini untuk menghindari terjadinya retak vertikal dan horisontal diujung elemen pracetak. Sebagai contoh perhitungan dipakai balok B13 level2. Dari hasil perhitungan ETABS diperoleh :

$$- V_u = 27,55 \text{ t} = 61,932 \text{ kips.}$$

$$- N_u = 0,2 \cdot V_u = 12,3864 \text{ kips} \quad (\text{pasal 3.4.9 butir 3 SKSNI})$$

Data perencanaan :

- Ukuran balok : 35/35
- Mutu beton : K 800 ($f_c' = 72,43 \text{ MPa}$; $E_c = 35155,1 \text{ MPa}$)
- Mutu tulangan : $f_y = 390 \text{ MPa}$
- sengkang : 12 mm.
- tulangan uatama : 25 mm.
- Bentang balok : 8 m.

Langkah-langkah perhitungan :

1. Hitung kebutuhan tulangan untuk mengatasi retak vertikal.

$$A_{vf} + A_n = A_t$$

A_{vf} = luas tulangan yang tegak lurus retak vertikal (inci²)

A_n = luas tulangan yang dibutuhkan menahan gaya aksial (inci²)

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\phi \cdot f_y \cdot \mu_e}$$

$$\mu_e = \frac{1000 \cdot \lambda \cdot A_{cr} \cdot \mu}{V_u}$$

λ = 1 untuk beton normal

μ = koefisien geser friksi diambil dari pasal 3.4.7 butir 4 SKSNI

A_{cr} = luas permukaan retak.

$$A_{cr} = b \cdot h = 35 \times 35 = 1225 \text{ cm}^2 = 189,88 \text{ inci}^2$$

$$\mu_e = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 189,88 \cdot 1,4}{61,962 \cdot 10^3} = 4,29 > 3,4 \text{ maka dipakai } 3,4$$

$$A_t = \frac{61,962 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 56562,73 \cdot 3,4} + \frac{12,392 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 56562,73} = 0,636 \text{ inci}^2 = 411 \text{ mm}^2$$

Gunakan 2 D19 ($A=567 \text{ mm}^2$). Tulangan ini dipasang sepanjang 1,7 x penyaluran

yaitu : $L_d = 0,06 \cdot 19 \cdot 390 = 444,6 \text{ mm} = 17,5 \text{ inci}$.

$$1,7 \times 17,5 = 29,76 \text{ inci} = 75,6 \text{ cm}.$$

1,7 merupakan angka keamanan untuk mengatasi kemungkinan retak yang berlebihan.

2. Hitung kebutuhan tulangan untuk mengatasi retak horisontal (Ash)

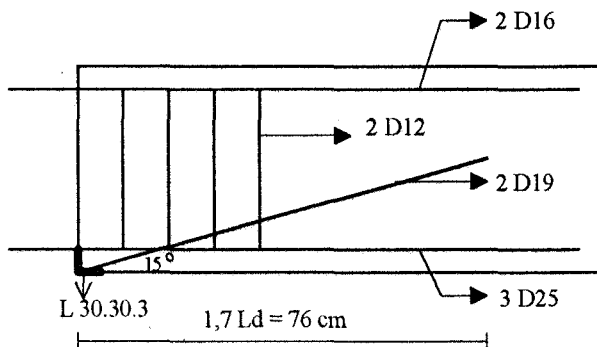
$$A_{sh} = \frac{A_t \cdot f_y}{\mu_e \cdot f_y}$$

$$A_{cr} = 1,7 \cdot L_d \cdot b = 29,76 \times 13,78 = 410,093 \text{ inci}^2$$

$$\mu_e = \frac{1000 \cdot 1.410,093 \cdot 1,4}{0,62 \cdot 56562,73} = 15,62 > 3,4 \text{ gunakan } 3,4$$

$$A_{sh} = \frac{0,62 \cdot 56562,73}{3,4 \cdot 56562,73} = 0,18 \text{ inci}^2 = 116,13 \text{ mm}^2$$

Gunakan 2 D12 ($A_s = 226,2 \text{ mm}^2$)



Gambar 7.1. Susunan tulangan tumpuan

7. 3. Perhitungan Penulangan Konsol Pendek pada Kolom.

Untuk menumpu balok pracetak, maka dikolom disediakan konsol pendek. Konsol pendek ini direncanakan mampu menahan gaya aksial akibat beban balok, gaya lateral akibat rangkai, susut dan perubahan suhu serta momen akibat adanya eksentrisitas dua gaya diatas terhadap titik pertemuan konsol pendek dengan kolom. Ketentuan mengenai perencanaan konsol pendek diatur dalam pasal 3.4.9 SKSNI.

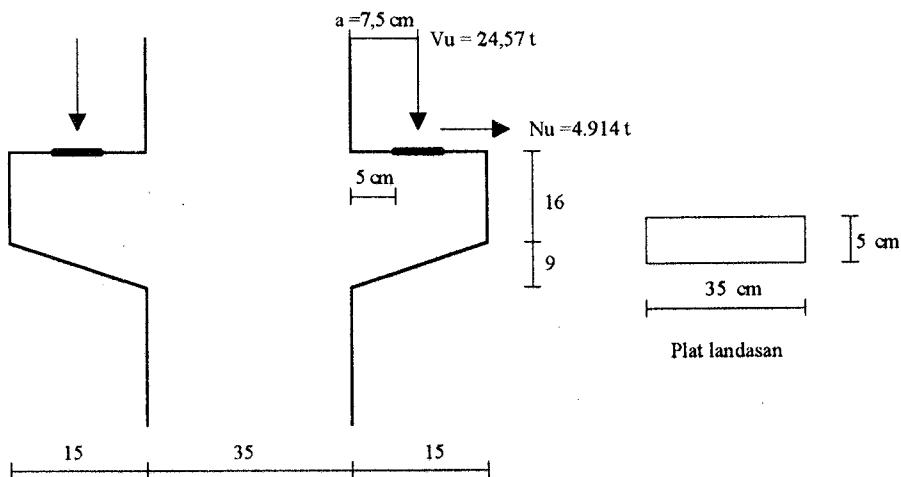
Data perencanaan :

- Kolom : 35/35
- Mutu beton : K 800 ($f_c' = 72,43 \text{ MPa}$).
- Mutu tulangan : $f_y 480 \text{ MPa}$.

Pembebanan :

Konsol pendek direncanakan pada beban yang paling tidak menguntungkan , yaitu saat konsol pendek dibebani balok pracetak hanya disatu sisi. Hasil analisa struktur ETABS diperoleh gaya aksial yang bekerja di konsol pendek sebesar

$$V_u = 24,57 \text{ t}$$



Gambar 7.2. Konsol pendek yang akan direncanakan

Langkah-langkah perencanaan konsol pendek :

1. Hitung ukuran pendahuluan konsol.

- ♦ Kebutuhan lebar landasan.

Kekuatan nominal landasan = $0,85 \cdot f_c' \cdot A_l$ (pasal 3.3.15 SKSNI)

$$V_n = \phi \cdot (0,85 \cdot f_c' \cdot A_l)$$

$$\text{Lebar landasan} = \frac{24,57 \cdot 10^4}{0,7 \cdot (0,85 \cdot 72,43 \cdot 250)} = 32,3 \text{ mm pakai } 50 \text{ mm.}$$

$$a = 5 + 5/2 = 7,5 \text{ cm}$$

- ♦ Kebutuhan tinggi konsol.

Dalam pasal 3.4.9 butir 3 ayat 2 (SKSNI) dinyatakan bahwa

$$V_n < 0,2 \cdot f_c' \cdot b_w \cdot d < 5,5 \cdot b_w \cdot d$$

$$0,2 f_c' = 14,486 \text{ maka } V_n \text{ maks} = 5,5 \cdot b_w \cdot d$$

$$d_{\min} = \frac{V_u}{\phi \cdot b_w \cdot 5,5} = \frac{24,57 \cdot 10^4}{0,65 \cdot 350 \cdot 5,5} = 196 \text{ mm}$$

Gunakan $d = 20 \text{ cm}$, sehingga $h = d + \text{deking} = 20 + 5 = 25 \text{ cm}$

2. Gaya-gaya yang bekerja

$$- V_u = 24,57 \text{ t}$$

$$- N_{uc} = 0,2 \cdot V_u = 4,914 \text{ t}$$

$$- M_u = V_u \cdot a + N_{uc} \cdot (h - d)$$

$$= 24,57 \cdot 10^4 \cdot 75 + 4,914 \cdot 10^4 \cdot 50 = 20884500 \text{ Nmm}$$

3. Perhitungan kebutuhan tulangan.

- ♦ Penulangan geser friksi (A_{vf}). (pasal 3.4.7 butir 4 SKSNI)

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\phi \cdot f_y \cdot \mu} = \frac{24,57 \cdot 10^4}{0,6 \cdot 390 \cdot 1,4} = 750 \text{ mm}^2$$

- ♦ Penulangan akiba Mu (Af).

$$Mu = 22931100 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{20884500}{0,8 \cdot 350 \cdot 200^2} = 1,86$$

$$\rho_{\min} = 0,00397$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = 7,7966$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00394$$

$$Af_{\text{perlu}} = 0,00397 \cdot 350 \cdot 200 = 277,9 \text{ mm}^2$$

- ♦ Penulangan akibat Nu.

$$An = \frac{Nu}{\phi \cdot fy} = \frac{4,914 \cdot 10^4}{0,65 \cdot 390} = 193,85 \text{ mm}^2$$

- ♦ Penulangan Utama (As) .

Diambil nilai terbesar dari dua persamaan dibawah ini (pasal 3.4.9 butir 3 SKSNI).

$$As = Af + An = 277,9 + 193,85 = 471,75 \text{ mm}^2$$

$$As = 2/3 \cdot Avf + An = 2/3 \cdot 750 + 193,85 = 693,85 \text{ mm}^2$$

$$\text{Gunakan 4 D16 (As = 804,25 mm}^2\text{)}$$

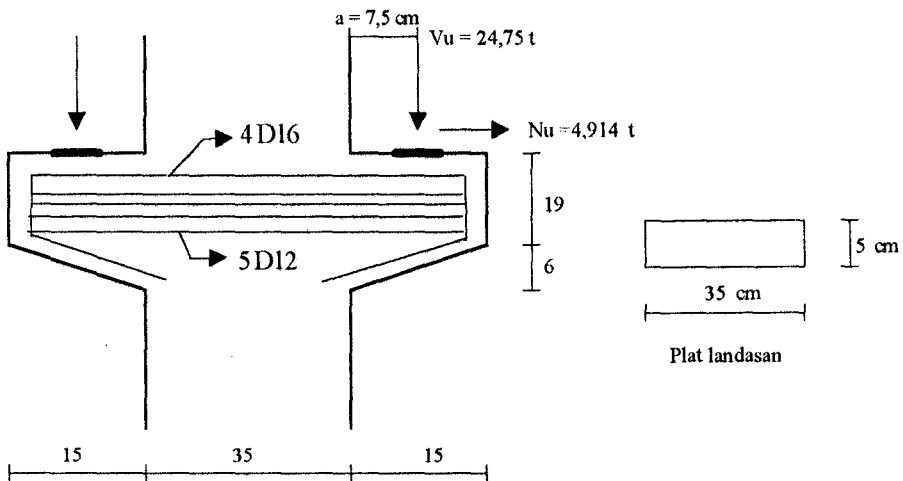
- ♦ Perhitungan kebutuhan sengkang

Menurut pasal 3.4.9 butir 4 SKSNI besarnya kebutuhan sengkang ialah :

$$Ah = 0,5 \cdot (As - An)$$

$$= 0,5 \cdot (693,85 - 193,85) = 500 \text{ mm}^2$$

$$\text{Gunakan 5D12 (As = 565,5 mm}^2\text{)}$$



Gambar 7.3. Penulangan pada Konsol pendek

BAB VIII

PERENCANAAN PONDASI

8.1. Umum

Perencanaan pondasi yang akan dibahas dalam bab ini meliputi jumlah tiang pancang yang diperlukan, perencanaan poer (pile cap) dan perencanaan sloof (tie beam). Referensi yang digunakan untuk perencanaan pondasi ialah :

" Pile Foundations in Engineering Practice " by Prakash dan Sharma, " Pile Foundation Analysis and Design " by HG.Poulos dan " Foundations Analysis and Design " by JE. Bowles.

Data tanah yang digunakan pada perencanaan pondasi ini ialah data SPT dan data boring. Dari data tanah yang tersedia dapat diketahui tanah memiliki daya dukung yang relatif sama pada kedalaman 25 m hingga 32 m, sehingga kedalaman pondasi tiang pancang direncanakan sampai kedalaman 25 m.

Pondasi pada gedung ini direncanakan dengan pondasi tiang pancang. karena lokasi bangunan berjauhan dengan gedung-gedung. Pondasi pada gedung ini direncanakan dengan tiang pancang produksi JHS pile.

8.2. Perencanaan Jumlah Tiang Pancang

Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal yakni daya dukung desak pada ujung tiang dan pengaruh lekatan disekeliling tiang

dimana untuk keadaan tanah lempung lembek yang sangat kohesif, pengaruh lekatan lebih dominan dari harga daya dukung desak.

8.2.1. Daya Dukung Tiang

Menurut Meyerhof (1976) yang diambil dari buku *Pile Foundations in Engineering Practice* bab 5 (Prakash dan Sharma) ,daya dukung tiang pancang ditentukan oleh dua hal, yaitu daya dukung tumpu dan daya dukung gesekan. Untuk menghitung daya dukung tumpu digunakan rumus yang biasa diterapkan untuk tanah cohesionless sedangkan untuk daya dukung gesek digunakan rumus yang biasa digunakan pada tanah kohesif. Hal ini dilakukan karena jenis tanahnya merupakan campuran antara tanah berpasir dan lempung. Sehingga bila hanya digunakan rumus tanah cohesionless maka terjadi pengabaian lekatan tanah yang sebenarnya ada, sedangkan bila hanya digunakan rumus tanah kohesif maka terjadi pengurangan daya dukung tumpu tiang.

1. Daya dukung tumpu Q_p (end bearing capacity)

Daya dukung tumpu tiang pada tanah cohesionless atau nonplastic silt ialah :

$$Q_p = (0,4 \cdot \bar{N}/B) \cdot D_f \cdot A_p \leq 3 \cdot \bar{N} \cdot A_p \text{ (ton)}$$

dimana :

\bar{N} = nilai rata-rata SPT yang telah dikoreksi

$$= C_N \cdot N$$

$$C_N = 0,77 \cdot \log \frac{20}{\sigma_v'}$$

σ_v' = tekanan overburden tanah (t/ft^2)

N = nilai rata-rata SPT didekat ujung tiang

B = diameter tiang (ft)

D_f = panjang tiang (ft)

A_p = luas ujung tiang (ft²)

2. Daya dukung gesek Q_f (friction capacity)

$$Q_f = p \times \sum_{L=0}^{L=L} C_a \cdot \Delta L \quad (\text{kg})$$

dimana : p = keliling tiang bor

C_a = Lekatan antara tanah dengan tiang bor. (kg/cm²)

$$= 0,6 C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

C_u = kekuatan geser tanah lempung (kg/cm²)

$$= P_c (0,11 + 0,0037 \cdot PI)$$

P_c = tekanan prakonsolidasi (kg/cm²)

PI = Indeks plastis

ΔL = panjang tiang efektif (cm).

$$= L - (1 \text{ m} - 1,5 \text{ m})$$

Daya dukung ijin dari suatu tiang yang berdiri sendiri adalah daya dukung ultimit satu tiang dibagi dengan suatu angka keamanan (Safety Factor / SF)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_f$$

$$Q \text{ ijin 1 tiang} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

dimana :

$$- SF = 3$$

Contoh perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan, direncanakan pondasi dibawah kolom (as C2). Tiang bor direncanakan tiang persegi $b = 40 \text{ cm}$ dan dipasang sampai kedalaman 25 m .

Beban-beban yang bekerja :

$$P_u = P_u \text{ hasil Etabs}$$

$$= 452,309 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 1,34 \text{ tm}$$

$$M_{uy} = 0,793 \text{ tm}$$

$$H_{ux} = 1,131 \text{ ton}$$

$$H_{uy} = 0,653 \text{ ton}$$

Data tiang pancang :

$$B = 40 \text{ cm} = 1,328 \text{ ft}$$

$$A_p = 1,7636 \text{ ft}^2 = 1638,476 \text{ cm}^2$$

$$D_f = 25 \text{ m} = 82,02 \text{ ft}$$

$$p = 160 \text{ cm}$$

- Kapasitas tumpu :

Dari data tes SPT (terlampir) didapat :

$$N = (25 + 32 + 27) / 3 = 28$$

$$\sigma_v' = (1,71 - 1) \times 25 = 17,75 \text{ t/m}^2 = 1,6488 \text{ t/ft}^2$$

$$C_N = 0,77 \log \frac{20}{1,6488} = 0,8346$$

$$\bar{N} = C_N \times N = 0,8346 \times 28 = 23,368$$

$$Q_p = 3 \cdot \bar{N} \cdot A_p$$

$$= 3 \times 23,368 \times 1,7636 = 123,636 \text{ ton}$$

- Kapasitas gesek (Q_f)

Agar diperoleh hasil yang lebih akurat maka panjang tiang dibagi 3 :

$$\text{Kedalaman 0 - 8 m} \quad C_u = 1,35.(0,11 + 0,0037.PI)$$

$$= 1,35.(0,11 + 0,0037.16)$$

$$= 0,2077 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_a = 0,6.0,2077 = 0,125 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kedalaman 8 - 16 m} \quad C_u = 1,35.(0,11 + 0,0037.53)$$

$$= 0,413 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_a = 0,6.0,413 = 0,2478 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kedalaman 16 - 25 m} \quad C_u = 1,35.(0,11 + 0,0037.PI)$$

$$= 1,35.(0,11 + 0,0037.26)$$

$$= 0,278 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_a = 0,6.0,278 = 0,1668 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_f = 219,91 (0,125 \times 800 + 0,2478 \times 800 + 0,1667 \times 900) = 35530 \text{ kg} = 35,53 \text{ ton.}$$

$$Q_{ult} \text{ 1 tiang} = 123,636 + 35,53 = 159,166 \text{ ton.}$$

$$Q \text{ ijin 1 tiang} = \frac{159,166}{3} = 53,055 \text{ ton.}$$

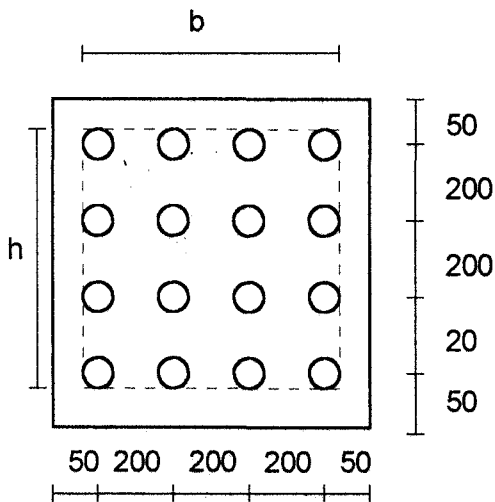
$$\text{Perkiraan kebutuhan tiang} = \frac{452,309}{53,055} = 8,53 ; \text{ dipakai 16 tiang bor}$$

Daya dukung tiang dalam kelompok

Agar efesiensi tiang tidak kurang dari satu, maka jarak minimum dari as pondasi tiang pancang ke kelompok adalah

$$\begin{aligned} S &\geq (1,57.D.m.n - 2D)/(m + n - 2) \\ &= (1,57 \times 40 \times 4 \times 4 - 2 \times 40)/(4 + 4 - 2) \\ &= 154,13 \end{aligned}$$

maka direncanakan jarak as pondasi, $S = 200$ cm



8.2.2. Beban Maksimum Tiang

Beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dalam kelompok tiang dihitung berdasarkan gaya aksial dan momen-momen yang bekerja pada tiang.

Rumus yang dapat digunakan :

$$P_{\max} = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{\sum Y^2} + \frac{M_y \cdot X_{\max}}{\sum X^2} \leq Q$$

dimana :

- Q = daya dukung ijin 1 tiang dalam kelompok
- P_{max} = beban maximum yang diterima 1 tiang bor
- ΣP = Jumlah total beban aksial yang bekerja pada tiang
(termasuk berat poer)
- M_x = momen yang memutar sumbu x
- M_y = momen yang memutar sumbu y
- n = banyaknya tiang dalam kelompok tiang
- X_{max} = absis terjauh terhadap titik berat kelompok tiang
- Y_{max} = ordinat terjauh terhadap titik berat kelompok tiang
- ΣX^2 = jumlah dari kuadrat absis tiap tiang
- ΣY^2 = jumlah dari kuadrat ordinat tiap tiang

Contoh perhitungan :

Perencanaan pondasi tiang bor kolom as C2 , dengan data-data sbb:

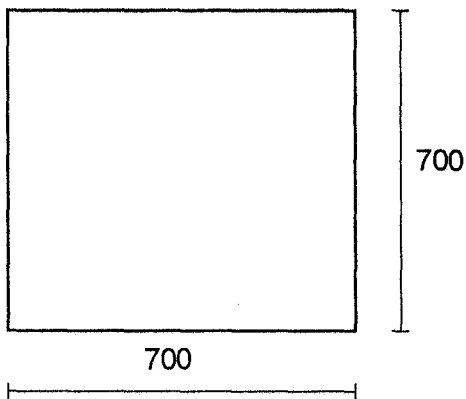
$$P = 452,309 \text{ ton}$$

$$M_x = 1,34 \text{ tm}$$

$$M_y = 0,793 \text{ tm}$$

$$H_x = 1,31 \text{ ton}$$

$$H_y = 0,653 \text{ ton}$$



tebal poer = 1 m

berat poer = $7^2 \times 1 \times 2,4 = 117,6$ ton

$X_{\max} = Y_{\max} = 3$ m

$\Sigma X^2 = \Sigma Y^2 = 8 \times 3,15^2 + 8 \times 1,05^2 = 80 \text{ m}^2$

Gaya normal rencana yang bekerja pada pondasi tiang pancang adalah :

- beban bangunan + beban gempa = 452,309 ton

- beban pile cap = 117,6 ton

————— +

P = 569,909 ton

Beban P maksimum 1 tiang pancang :

$$P_{\max} = \frac{\Sigma P}{n} + \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{\Sigma Y^2} + \frac{M_y \cdot X_{\max}}{\Sigma X^2}$$

$$P_{x \max} = \frac{569,909}{16} + \frac{1,34 \times 3}{80} + \frac{0,793 \times 3}{80}$$

$$= 35,699 \text{ ton} < Q_{ijin} = 53,055 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{ok}$$

8.2.3. Pengaruh Gaya Lateral (Horizontal)

Tiang bor harus mampu menerima gaya tekan aksial dan momen akibat gaya horisontal dengan cara mengubah gaya horisontal menjadi momen tambahan yang bekerja pada tiang bor . Momen yang terjadi akibat gaya horisontal ini harus dicek terhadap kekuatan bending dari tiang bor yang digunakan.

Untuk mendapatkan momen akibat gaya horisontal ini, dapat digunakan rumus-rumus yang terdapat pada buku Pedoman Perencanaan Untuk Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung tahun 1983 pada lampiran B.

PPUSBBTBG'83 menyebutkan bahwa tiang / sumuran dapat dibedakan antara tiang pendek dan tiang panjang. Tiang disebut tiang panjang jika panjang tiang yang ada lebih besar daripada 12 m atau lebih besar dari panjang penunjang, yaitu panjang yang diperlukan oleh tiang untuk menyalurkan momen luar M dan beban horisontal H akibat beban kerja dari atas tiang ke tanah sekelilingnya tanpa melampaui tegangan lateral yang diijinkan atau lebih besar dari L_2 yang didefinisikan pada pasal B.4.2 f

$$L_2 = 2,2 \times L_1$$

$$L_1 = f + 1,5 D$$

$$f = \frac{H_o}{9.Cr.D}$$

dimana :

- H_o = beban horisontal per diameter tiang (kg/m)

- C_r = kohesi rencana ayng diambil sebesar $0,5 \times C_u$ (kg/m^2)
- C_u = kekuatan kohesi tanah pada kedalaman $\pm 3\text{m}$ dari muka poer.
- D = diameter tiang (m).

Karena rencanapemancangan tiang sampai kedalaman 25 m ($> 12\text{ m}$), maka tiang adalah tiang panjang sehingga metode perhitungannya mengikuti pasal B.4. buku PPUSBBSTBG'83.

*** Langkah - langkah perhitungan momen akibat gaya lateral**

1. Pilih gaya lateral terbesar antara H_{ux} dan H_{uy} sebagai gaya lateral rencana.
2. Hitung nilai K_y dengan rumus :

$$K_y = \frac{H_o}{C_r \cdot D}$$

dimana :

- H_o = gaya lateral rencana per diameter tiang (kg/m)
- C_r = kekuatan kohesi rencana (kg/m^2)
 $= 0,5 C_u$
- C_u = kekuatan kohesi tanah lempung
- D = diameter tiang yang digunakan (m)

3. Dari grafik 8.1. untuk tiang yang tertahan pada ujung (nilai $e/D = 0$), dan harga K_y yang telah dihitung, didapat harga K_x
4. Hitung momen akibat gaya lateral per diameter tiang (M_{uo}) dengan rumus :

$$M_{uo} = K_x \cdot C_r \cdot D^3 \leq M_{ult} \text{ tiang}$$

* Contoh perhitungan

Adapun contoh perhitungan untuk mendapatkan momen akibat gaya lateral pada tiang adalah pondasi pada kolom as C2 dengan poer P.1

Beban -beban yang bekerja pada ujung kolom

$$- P = 452,309 \text{ ton}$$

$$- M_x = 1,34 \text{ tm}$$

$$- M_y = 0,793 \text{ tm}$$

$$- H_x = 1,31 \text{ ton}$$

$$- H_y = 0,653 \text{ ton}$$

pilih gaya lateral yang terbesar !!

$$C_r = 0,5 \times 190 = 95 \text{ kg/m}^2$$

* Beban horisontal rencana pondasi tiap diameter tiang

$$H_o = \frac{H_{ux}}{D} = \frac{1310}{16 \times 0,4} = 204,6875 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{H_o}{9 \cdot C_r \cdot D} = \frac{204,7}{9 \cdot 95 \cdot 0,4} = 0,5985 \text{ m}$$

$$L_1 = 0,5985 + 1,5 \times 0,4 = 1,198 \text{ m}$$

$$L_2 = 2,2 \times 1,198 = 2,636 \text{ m}$$

Panjang tiang > L₂ , dianalisa sebagai tiang panjang.

* Hitung harga K_y

$$K_y = \frac{H_o}{C_r \cdot D} = \frac{204,688}{95 \times 0,4} = 5,387$$

dimana :

$$- Cr = 0,5 \times Cu = 0,5 \times 190 = 95 \text{ kg/m}^2$$

* Tentukan harga K_x

Dari grafik 9.1 untuk nilai $e/D = 0$ dan $K_y = 5,387$ diperoleh harga

$$K_x = 6$$

Jadi momen akibat gaya lateral

$$Mu_o = K_x \cdot Cr \cdot D^2 = 6 \times 95 \times 0,4^2$$

$$= 91,2 \text{ kg m} = 0,0912 \text{ tm} \text{ (momen ini akan digunakan untuk}$$

merencanakan tulangan tiang bor bila lebih besar dari momen yang akibat pembebanan struktur secara keseluruhan)

8. 3. Perencanaan Poer (Pile Cap)

Poer direncanakan terhadap gaya geser pons pada penampang kritis dan penulangan akibat momen lentur. Tebal poer ditentukan oleh geser pons dan panjang penyaluran tulangan utama bor pile.

8. 3. 1. Perhitungan Geser Pons pada Poer

Dalam merencanakan tebal poer, harus dipenuhi syarat bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi.

Contoh perhitungan Geser Pons :

Sebagai contoh perhitungan geser pons pada poer diambil poer P.1.

- Beban P_u = 452,309 ton

- Mutu beton (f_c') = 72,43 MPa

- ϕ tulangan utama = D.25 , f_y = 320 MPa

- tebal poer (h) = 1 m, d_c = 7 cm

- tinggi eff (d) = $1000 - 70 - 1,5 \times 25 = 892,5$ mm

$\phi V_c = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$ (pers 3.4-36 SKSNI)

tetapi tidak boleh lebih dari :

$\phi V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$ atau $(1 + \frac{2}{\beta_c}) \leq 2$

dimana :

- ϕ = 0,6

- $(1 + \frac{2}{\beta_c}) = 3 > 2$ pakai batas ϕV_c

- β_c = rasio sisi panjang terhadap sisi pendek kolom

= 1 (kolom bujur sangkar)

- b_o = keliling dari penampang kritis pada poer

= $2 (b_k + h_k + 2d)$

= $2 (350 + 350 + 2 \times 892,5) = 4970$ mm

$V_c = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$

= $\frac{1}{3} \cdot \sqrt{72,43} \times 4970 \times 892,5$

$$= 12583533,26 \text{ N} = 1258,35 \text{ ton}$$

$V_u = P_u - Q$ ijin tiang yang berada tepat dibawah daerah kritis. Karena pada poer ini tidak ada tiang yang berada tepat dibawah daerah kritis, maka $V_u = P_u = 452,309 \text{ ton}$

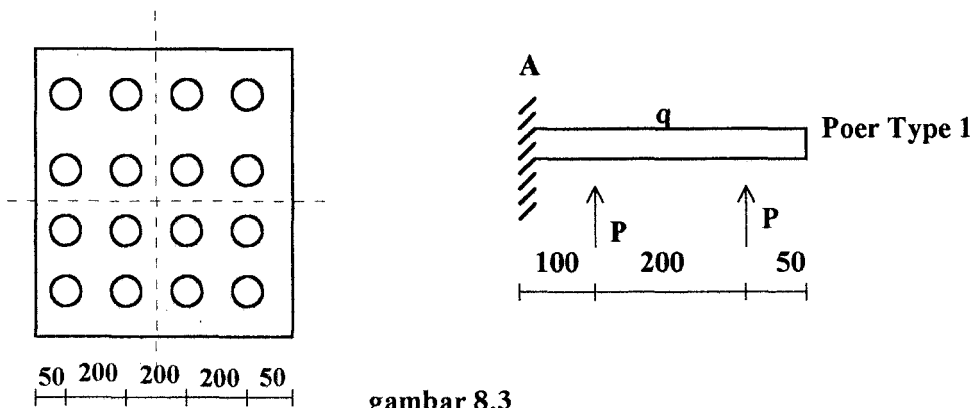
$$V_n = V_u / 0,6 = 753,848 \text{ ton}$$

$$V_c > V_n \dots\dots\dots \text{OK!}$$

8. 3. 2. Penulangan Lentur Poer

Untuk perhitungan penulangan lentur (lihat gambar 8.3), poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom

Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q . Perhitungan gaya dalam pada poer didapat dengan teori mekanika statis tertentu biasa.



*** Contoh perhitungan Penulangan Lentur Poer:**

Diambil poer P.1 sebagai lanjutan contoh sebelumnya dimana momen arah

X sama dengan momen arah Y.

$$Q = 7 \times 1 \times 2.4$$

$$= 16,8 \text{ t/m}$$

$$P = \text{kemampuan 1 tiang} = 53,055 \text{ ton}$$

$$MA = 4 \cdot P \cdot 3 + 4 \cdot P \cdot 1 - 1/2 \cdot Q \cdot l^2$$

$$= (4 \cdot 53,055 \cdot 3 + 4 \cdot 53,055 \cdot 1 - 0,5 \cdot 16,8 \cdot 3,5^2)$$

$$= 745,98 \text{ tm} = 745,98 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{745,98 \text{ E7}}{0,8 \times 7000 \times 892,5^2}$$

$$= 1,6723 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n \cdot m}{f_y}} \right]$$

$$= 0,00353$$

$$= 0,00353 < \rho_{\min} = 0,00397$$

$$A_s = 0,00397 \times 7000 \times 892,5 = 24812,6 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan 51 D.25 ($A_s = 25035 \text{ mm}^2$)

Tulangan atas yang dipasang untuk mengatasi susut dipasang 50 % dari tulangan bawah , pasang **51 D 14**

8.4. Perencanaan Sloof (Tie Beam)

Sloof atau tie beam menerima beban tembok, berat sendiri sloof, dan beban aksial tekan atau tarik. Gaya aksial yang bekerja diambil sebesar 10% dari beban aksial kolom yang terjadi pada kondisi pembebanan gempa (Buku PPSBBSTBUG'83 - 6.9.2).

Penentuan dimensi sloof dilakukan dengan memperhitungkan syarat bahwa tegangan tarik yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan tarik ijin beton (f_{ct}).

Pada perencanaan sloof ini, penulis mengambil ukuran sloof berdasarkan gaya normal kolom terbesar (kolom as C2...Pu = 452,309 ton). Sloof direncanakan berukuran 40 x 60 cm untuk semua sloof.

Penentuan dimensi sloof

Beban aksial max pada kolom elemen C2...Pu = 4523090 N

$$\begin{aligned} f_r &= 0,94 \cdot \sqrt{f_{c'}} \\ &= 0,94 \cdot \sqrt{72,43} = 7,99 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$P_u = 4523090 \text{ N}$$

$$P_n = 0,1 \cdot 4523090 = 452309 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} f_{rda} &= \frac{P_n}{0,8 \cdot b \cdot h} && \text{direncanakan } b = 400 \text{ mm} \\ &= \frac{452309}{0,8 \cdot 400 \cdot 700} = 2,355 \text{ MPa} < f_r \dots\dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

$$T = A_s \cdot f_y$$

$$A_s = T / f_y = 45,2309 \cdot 10^4 / 480 = 942,31 \text{ mm}^2$$

8. 4. 1. Penulangan Lentur Sloof

Data - data perencanaan (sebagai contoh diambil sloof dengan beban aksial max yaitu sloof S.11)

- ukuran sloof = 40 x 60 cm

- mutu beton = K 800..... f_c' = 72,43 MPa

- mutu tulangan = U 48..... f_y = 480 MPa

- decking (dc) = 70 mm.....PB'89 psl 7.7.1

- tulangan utama = D.25

- sengkang = ϕ 10

- tinggi efektif = d = 60 - 7 - 1 - 1,25

= 50,75 cm

Beban yang diterima sloof :

- berat sendiri sloof = 0,4 x 0,6 x 2400

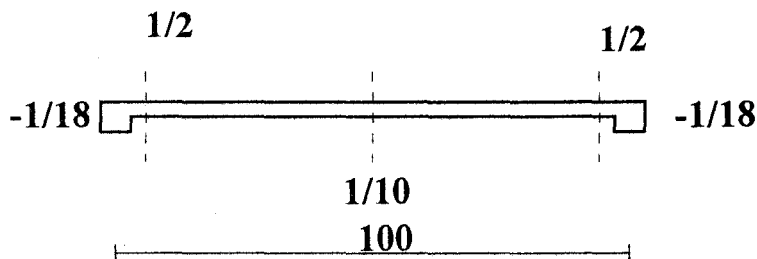
= 576 kg/m

- berat tembok = 120 x (3,5 - 0,7)

= 336 kg/m

Dari data pembebanan diatas untuk sloof S.11 didapat Penulangan lentur menggunakan koefisien momen dan geser dari PB'71 pasal 13.2.Sloof

direncanakan rata dengan poer sehingga dianggap terjepit elastis pada poer.



$$M_{lap} = 1/10 (0,576 + 0,336) \cdot 1^2 = 0,0912 \text{tm}$$

$$M_{tump} = 1/18 (0,576 + 0,336) \cdot 1^2 = 0,0506 \text{tm}$$

$$R_n = \frac{9,12e5}{0,85 \cdot 400 \cdot 507,5^2} = 0,0104$$

$$m = 7,796$$

$$\rho_{min} = 3,976 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{perlu} = 2,16 \cdot 10^{-5}$$

$$A_s \text{ perlu} = 3,976 \cdot 10^{-3} \cdot 400 \cdot 507,5 = 807,13 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pasang 2D25 (} A_s = 981,75 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Pada tumpuan pasang 2D 25

Untuk penulangan lentur sloof yang lain dapat dilihat pada tabel di lampiran. Karena bentang sloof yang relatif pendek, maka beban yang paling berpengaruh ialah beban tekan dan tarik sebesar 10% dari aksial kolom.

8.4.2. Penulangan Geser dan Torsi Sloof

Penulangan geser - torsi untuk sloof , sebagai contoh diambil sloof S.11

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{72,43} \cdot 400 \cdot 507,5 = 287941 \text{ N} \end{aligned}$$

$$0,5 \cdot V_c = 0,5 \cdot 287941 = 1439701 \text{ N}$$

$$V_u = 1/2 \times (0,576 + 0,336)1 = 0.456 \text{ ton} = 4560 \text{ N}$$

$$V_n = 4560/0,6 = 7600 \text{ N}$$

$$V_n < 0,5 \cdot V_c \text{ (pasang tulangan geser minimum)}$$

$$\text{dipakai sengkang D10} A = 157,07 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v \cdot 3 \cdot f_y}{b_w}$$

$$= 450 \text{ mm} \text{ dipasang sengkang D10 - 330}$$

BAB IX

PENUTUP

9.1. Kesimpulan

1. Untuk perencanaan elemen struktur balok menggunakan Beton Mutu Tinggi menunjukkan penggunaan tulangan yang lebih besar dibandingkan menggunakan beton mutu normal, karena memang direkomendasi menunjukkan bahwa untuk perencanaan balok dengan menggunakan Beton Mutu Tinggi sama dengan beton normal
2. Untuk perencanaan elemen struktur kolom menggunakan Beton Mutu Tinggi menunjukkan penggunaan tulangan baja yang lebih kecil dibandingkan menggunakan beton mutu normal.
3. Untuk perencanaan elemen struktur dinding geser menunjukkan pada gedung sembilan lantai menggunakan Beton Mutu Tinggi penggunaan tulangan baja lebih kecil dibandingkan menggunakan beton normal, sedangkan pada gedung 25 lantai menggunakan Beton Mutu Tinggi penggunaan tulangan baja lebih besar dibandingkan menggunakan beton normal.
4. Dari kesimpulan di atas dapat dikombinasikannya penggunaan Beton Mutu Tinggi dengan beton normal dalam *high rise building* yaitu :
 - untuk elemen struktur kolom menggunakan Beton Mutu Tinggi
 - untuk elemen struktur balok dan dinding geser menggunakan beton normal.

3.2. Saran-Saran

Dalam Tugas Akhir ini sebenarnya masih jauh dari kesempurnaan maka perlu saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya standarisasi atau code yang mengatur secara jelas mengenai Beton Mutu Tinggi dalam perencanaan di Indonesia, karena selama ini belum ada acuan code atau manual design perencanaan struktur menggunakan Beton Mutu Tinggi.
2. Perlu diadakan perencanaan ulang pada beberapa tipe gedung (terutama *high rise building*) sehingga dapat memperoleh suatu kesimpulan bahwa Beton Mutu Tinggi benar-benar merupakan suatu alternatif dalam industri konstruksi terutama dalam beton pracetak.

PIRAN TABEL PEMERIKSAAN KEKUATAN HCS

Pemeriksaan Kekuatan HCS Type II level 2											
Bentang (m)		5.00									
Section Property		no top	with top			Pembebanan					
A(cm2)		1029.1	1529.1			B sendiri (kg/m)		235.08			
I (cm4)		25185	40607			topping (kg/m)		120			
Yb (cm)		7.5	10.77			semen (kg/m)		84			
Yt (cm)		7.5	9.23			teraso (kg/m)		96			
Wb (cm3)		3358.1	4399.4			R plk (kg/m)		250			
Wt (cm3)		3358.1	3770.3			Pekerja (kg/m)		100			
d (cm)		5.5									
Qnet (kg/m2)		226.4				Kontrol Ultimite Strength					
Q* (kg/m2)		235.08				dp (cm)		9.5			
bw (cm)		40				rho (p)		9.38E-03			
fc' HCS (MPa)		72.43				fps (kg/cm2)		16686			
fc'top (MPa)		72.43				wp		0.216			
A strand (cm2)		8.91				a (cm)		2.77			
Ec (MPa)		35155				Mn (kgcm)		1E+06			
						Mcr (kgcm)		936768			
						Mu (kgcm)		298775			
						Mn/Mcr		1.21			
Kontrol Geser											
x(mm)	Mu(Nmm)	Vd (N)	Vi (n)	Md(Nmm)	fd(Mpa)	Mcr(Nmm)	Mmax	Vu(N)	Vcw(N)	Vci(N)	
10	250979	8841.5	17104	88592.5	0.02	85269554	2E+05	25946	89636	5E+06	
75	1924444	8610.7	16658	655788	0.149	84783640	1E+06	25269	94746	7E+05	
450	1.1E+07	7279.1	14082	3635132	0.826	82231090	7E+06	21361	124205	1E+05	
Tegangan Ijin (kg/cm2)											
			saat jacking		saat loss						
fb			324		42.6						
ft			36.9		326						
Tegangan											
saat produksi			saat pemasangan		saat pengetopan		saat komposit				
fb (kg/cm2)		63.18		79.27		87		145.04			
ft (kg/cm2)		154.46		94.86		86.85		21.6			
Kehilangan Prategang											
Es (kg/cm2)		2.10E+06		Elastic short (kg/cm2)			771.3				
Eci (kg/cm2)		313696		Creep (kg/cm2)			1033				
fcir (kg/cm2)		120.98		Shringkage (kg/cm2)			43.3				
fcds (kg/cm2)		7.45		Steel rel (kg/cm2)			276.1				
V/S		4.47		Total			2124				
				Presentase (%)			15.2				

IRAN TABEL PEMERIKSAAN KEKUATAN HCS

Pemeriksaan Kekuatan HCS Type I level 2										
Bentang (m) 8.50						Pembebanan				
Section Property		no top	with top			B sendiri (kg/m)		235.08		
A(cm2)		1029	1529.1			Toping (kg/m)		120		
I(cm4)		15185	40617			Semen (kg/m)		84		
Yb(cm)		7.5	10.77			Teraso (kg/m)		96		
Yt(cm)		7.5	9.23			Rplk (kg/m)		250		
Wb(cm3)		3358	4399.4			Pekerja (kg/m)		100		
Wt(cm3)		3358	3770.3							
d(cm)		5.75								
Qnet(kg/m2)		226.4				Kontrol Ultimite Strength				
Q* (kg/m2)		235.1				dp(cm)		11.25		
bw(cm)		40				rho(p)		0.0079		
fc'HCS(MPa)		72.43				fps(kg/cm2)		17		
fc'top(MPa)		72.43				wp		0.186		
A strand(cm2)		8.91				a(cm)		2.82		
Ec(MPa)		35155				Mn(kgcm)		1E+06		
						Mcr(kgcm)		1E+06		
						Mu (kgcm)		932170		
						Mn/Mcr		1.26		
Kontrol Geser										
x(mm)	Mu(Nmm)	Vd(N)	Vi(N)	Md(Nmm)	fd(MPa)	Mcr(Nmm)	Mmax	Vu(N)	Vcw(N)	Vci(N)
10	442329	15055	29124	150732	0.034	1.01E+08	3E+05	44181	1E+05	6E+06
75	3292069	14825	28679	1121831	0.225	1E+08	2E+06	43504	1E+05	8E+05
450	1.9E+07	13943	26103	6431387	1	95477969	1E+07	39596	1E+05	1E+05
Tegangan Ijin (kg/cm2)		saat jacking			saat loss					
fb			324		42.6					
ft			36.9		326					
Tegangan										
saat produksi		saat pemasangan		saat pengetopan		saat komposit				
fb (kg/cm2) = 172,82			55.06		32		14.91			
ft (kg/cm2) = 44,82			119.06		142.06		227			
Kehilangan Prategang										
Es (kg/cm2)		2E+06		Elastic Short (kg/cm2)			1012			
Eci (kg/cm2)		3E+05		Creep (kg/cm2)			1009			
fcir (kg/cm2)		151.2		Shrinkage (kg/cm2)			43.3			
fcds (kg/cm2)		40.34		Steel rel (kg/cm2)			267.4			
V/S		4.47		Total			2332			
				Persentase (%)			16.7			

\$ This is file RIDHO written by ETABSIN on Thu Nov 21 01:34:16 1996
\$ Units are KG and METERS
ANALISA STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN TAMAN SEJAHTERA
(9 Lantai)

\$ Control data

9 1 1 2 5 7 1 3 4 0 1 0 2 0 0 4 0 1 0 5 0 0

\$ Miscellaneous parameters

9.815 0.0001 0 1

\$ Mass data

1 10 1
1073 -10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1073 10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1257 0 -2.5 8 13.5 0 0 0 0 0
1621 -13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 -13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1741 13 0 2 2 0 0 0 0 0
1741 -13 0 2 2 0 0 0 0 0
278 0 6.75 8 5 0 0 0 0 0

2 1 1
1 0 0 36 18.5 0 0 0 0 0

\$ Story data

roof 3.65 2 7402 1.01E+006 0 0 0 0 0
8 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
7 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
6 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
5 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
4 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
3 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
2 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
1 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0

\$ Frame member Material property data

1 C 2.781E+009 2400 0.2 4800 350 3900

\$ Column section property data

1 1 RECT 0.5 0.5 0 0
2 1 RECT 0.3 0.3 0 0
3 1 RECT 0.3 0.3 0 0

\$ Beam section property data

1 1 RECT 0.7 0.1 0.5 0 0
2 1 RECT 0.5 0.1 0.4 0 0
3 1 RECT 0.6 0 0.4 0 0
4 1 RECT 0.525 0.075 0.4 0 0

\$ Panel section property data

1 1 0.3

\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Control Data

1 9 32 48 0 18 0 68 1 8 6

\$ X Grid line data

-18 -16 -11 -4 4 11 16 18

\$ Y Grid line data

-9.25 -4.25 -1 1 4.25 9.25

\$ Column line coordinates and orientation

1	-18.000	9.250	0.000	1	6	3
2	-11.000	9.250	0.000	3	6	3
3	-4.000	9.250	0.000	4	6	3
4	4.000	9.250	0.000	5	6	3
5	11.000	9.250	0.000	6	6	3
6	18.000	9.250	0.000	8	6	3
7	-18.000	4.250	0.000	1	5	3
8	-11.000	4.250	0.000	3	5	3
9	-4.000	4.250	0.000	4	5	3
10	4.000	4.250	0.000	5	5	3
11	11.000	4.250	0.000	6	5	3
12	18.000	4.250	0.000	8	5	3
13	-18.000	-4.250	0.000	1	2	3
14	-11.000	-4.250	0.000	3	2	3
15	-4.000	-4.250	0.000	4	2	3
16	4.000	-4.250	0.000	5	2	3
17	11.000	-4.250	0.000	6	2	3
18	18.000	-4.250	0.000	8	2	3
19	-18.000	-9.250	0.000	1	1	3
20	-11.000	-9.250	0.000	3	1	3
21	-4.000	-9.250	0.000	4	1	3
22	4.000	-9.250	0.000	5	1	3
23	11.000	-9.250	0.000	6	1	3
24	18.000	-9.250	0.000	8	1	3
25	-16.000	1.000	0.000	2	4	3
26	16.000	1.000	0.000	7	4	3
27	-16.000	-1.000	0.000	2	3	3
28	16.000	-1.000	0.000	7	3	3
29	-18.000	1.000	0.000	1	4	3
30	18.000	1.000	0.000	8	4	3
31	-18.000	-1.000	0.000	1	3	3
32	18.000	-1.000	0.000	8	3	3

\$ Bay connectivity

1 1 2

2 2 3

3 3 4

4 4 5
5 5 6
6 7 8
7 8 9
8 9 10
9 10 11
10 11 12
11 13 14
12 14 15
13 15 16
14 16 17
15 17 18
16 19 20
17 20 21
18 21 22
19 22 23
20 23 24
21 1 7
22 2 8
23 3 9
24 4 10
25 5 11
26 6 12
27 8 14
28 9 15
29 10 16
30 11 17
31 13 19
32 14 20
33 15 21
34 16 22
35 17 23
36 18 24
37 29 25
38 26 30
39 31 27
40 28 32
41 7 29
42 12 30
43 31 13
44 32 18
45 29 31
46 30 32
47 25 27
48 26 28

\$ Beam span vertical loading patterns

1 0 1592.5 0 0 0 0
2 0 255 0 0 0 0
3 0 3928.8 0 0 0 0
4 1 3928.8 0 0 0 0
2 606.1
5 1 3928.8 0 0 0 0
5 606.1
6 0 4273.8 0 0 0 0
7 0 373 0 0 0 0
8 0 270 0 606.1 0 0
9 0 270 606.1 0 0 0
10 0 187.5 0 0 0 0
11 0 506.3 0 0 0 0
12 1 506.3 0 0 0 0
5 82.2
13 1 506.3 0 0 0 0
2 82.2
14 0 318.8 0 0 0 0
15 0 51.8 0 0 0 0
16 0 37.5 0 82.2 0 0
17 0 37.5 82.2 0 0 0
18 0 234 0 0 0 0
19 0 632.8 0 0 0 0
20 1 632.8 0 0 0 0
2 105.1
21 1 632.8 0 0 0 0
5 105.1
22 0 398.5 0 0 0 0
23 0 64.7 0 0 0 0
24 0 46.9 0 105.1 0 0
25 0 46.9 105.1 0 0 0
26 0 281.3 0 0 0 0
27 0 759.4 0 0 0 0
28 1 759.4 0 0 0 0
2 126.1
29 1 759.4 0 0 0 0
5 126.1
30 0 478.2 0 0 0 0
31 0 77.6 0 0 0 0
32 0 56.3 0 126.1 0 0
33 0 56.3 126.1 0 0 0
34 0 328.2 0 0 0 0
35 0 885.9 0 0 0 0
36 1 885.9 0 0 0 0

2 147.3
37 1 885.9 0 0 0 0
5 147.3
38 0 557.8 0 0 0 0
39 0 90.6 0 0 0 0
40 0 65.6 0 147.3 0 0
41 0 65.6 147.3 0 0 0
42 0 375 0 0 0 0
43 0 1012.5 0 0 0 0
44 1 1012.5 0 0 0 0
2 168.2
45 1 1012.5 0 0 0 0
5 168.2
46 0 637.5 0 0 0 0
47 0 103.5 0 0 0 0
48 0 75 0 168.2 0 0
49 0 75 168.2 0 0 0
50 0 421.9 0 0 0 0
51 0 1139 0 0 0 0
52 1 1139 0 0 0 0
2 189.8
53 1 1139 0 0 0 0
5 189.8
54 0 717.2 0 0 0 0
55 0 116.8 0 0 0 0
56 0 84.4 0 189.8 0 0
57 0 84.4 189.8 0 0 0
58 0 468.8 0 0 0 0
59 0 1265.8 0 0 0 0
60 1 1265.8 0 0 0 0
2 210.3
61 1 1265.8 0 0 0 0
5 210.3
62 0 796.9 0 0 0 0
63 0 129.4 0 0 0 0
64 0 93.8 0 210.3 0 0
65 0 93.8 210.3 0 0 0
66 0 0 3677 0 0 0
67 0 0 3677 3677 0 0
68 0 0 0 0 0 0
\$ Column Location Data
1 0 roof 1 8 0 1
2 0 roof 1 8 0 1
3 0 roof 1 8 0 1
4 0 roof 1 8 0 1

5 0 roof	1 8 0 1
6 0 roof	1 8 0 1
7 0 roof	1 8 0 1
8 0 roof	2 0 0 1
8 0 8	1 7 0 1
9 0 roof	2 0 0 1
9 0 8	1 7 0 1
10 0 roof	2 0 0 1
10 0 8	1 7 0 1
11 0 roof	2 0 0 1
11 0 8	1 7 0 1
12 0 roof	1 8 0 1
13 0 roof	1 8 0 1
14 0 roof	2 0 0 1
14 0 8	1 7 0 1
15 0 roof	2 0 0 1
15 0 8	1 7 0 1
16 0 roof	2 0 0 1
16 0 8	1 7 0 1
17 0 roof	2 0 0 1
17 0 8	1 7 0 1
18 0 roof	1 8 0 1
19 0 roof	1 7 0 1
19 0 1	1 0 0 0
20 0 roof	1 8 0 1
21 0 roof	1 8 0 1
22 0 roof	1 8 0 1
23 0 roof	1 8 0 0
24 0 roof	1 8 0 0
25 0 roof	2 8 0 1
26 0 roof	2 8 0 1
27 0 roof	2 8 0 1
28 0 roof	2 8 0 1
29 0 roof	3 8 0 1
30 0 roof	3 8 0 1
31 0 roof	3 8 0 1
32 0 roof	3 8 0 1

\$ Beam Location Data

1 0 roof	3 0 0
1 0 8	1 7 0
2 0 roof	3 0 0
2 0 8	1 7 0
3 0 roof	3 0 0
3 0 8	1 7 0

40 roof	3 0 0
408	1 7 0
50 roof	3 0 0
508	1 7 0
608	1 7 0
708	1 7 0
808	1 7 0
908	1 7 0
1008	1 7 0
1108	1 7 0
1208	1 7 0
1308	1 7 0
1408	1 7 0
1508	1 7 0
160 roof	3 0 0
1608	1 7 0
170 roof	3 0 0
1708	1 7 0
180 roof	3 0 0
1808	1 7 0
190 roof	3 0 0
1908	1 7 0
200 roof	3 0 0
2008	1 7 0
210 roof	3 0 0
2108	2 7 0
2208	2 7 0
2308	2 7 0
2408	2 7 0
2508	2 7 0
260 roof	3 0 0
2608	2 7 0
2708	2 7 0
2808	2 7 0
2908	2 7 0
3008	2 7 0
310 roof	3 0 0
3108	2 7 0
3208	2 7 0
3308	2 7 0
3408	2 7 0
3508	2 7 0
360 roof	3 0 0
3608	2 7 0
370 roof	3 0 0

37 0 8	4 7 0
38 0 roof	3 0 0
38 0 8	4 7 0
39 0 roof	3 0 0
39 0 8	4 7 0
40 0 roof	3 0 0
40 0 8	4 7 0
41 0 roof	3 0 0
41 0 8	2 7 0
42 0 roof	3 0 0
42 0 8	2 7 0
43 0 roof	3 0 0
43 0 8	2 7 0
44 0 roof	3 0 0
44 0 8	2 7 0
47 0 roof	3 0 0
47 0 8	4 7 0
48 0 roof	3 0 0
48 0 8	4 7 0

\$ Panel Location Data

1 roof	29 31 1 8
1 roof	30 32 1 8

\$ Span Loading Location Data

1 0 roof	66 0 0 0
1 0 8	1 10 0 0
1 0 7	1 18 0 0
1 0 6	1 26 0 0
1 0 5	1 34 0 0
1 0 4	1 42 0 0
1 0 3	1 50 0 0
1 0 2	1 64 0 1
2 0 roof	66 0 0 0
2 0 8	1 10 0 0
2 0 7	1 18 0 0
2 0 6	1 26 0 0
2 0 5	1 34 0 0
2 0 4	1 42 0 0
2 0 3	1 50 0 0
2 0 2	1 64 0 1
3 0 roof	66 0 0 0
3 0 8	2 0 0 7
4 0 roof	66 0 0 0
4 0 8	1 10 0 0
4 0 7	1 18 0 0

Lampiran

406	1 26	0 0
405	1 34	0 0
404	1 42	0 0
403	1 50	0 0
402	1 64	0 1
50 roof	67 0	0 0
508	1 10	0 0
507	1 18	0 0
506	1 26	0 0
505	1 34	0 0
504	1 42	0 0
503	1 50	0 0
502	1 64	0 1
608	4 12	0 0
607	4 20	0 0
606	4 28	0 0
605	4 36	0 0
604	4 44	0 0
603	4 52	0 0
602	4 60	0 1
708	3 11	0 0
707	3 19	0 0
706	3 27	0 0
705	3 35	0 0
704	3 43	0 0
703	3 51	0 0
702	3 59	0 1
808	6 14	0 0
807	6 22	0 0
806	6 30	0 0
805	6 38	0 0
804	6 46	0 0
803	6 54	0 0
802	6 62	0 1
908	3 11	0 0
907	3 19	0 0
906	3 27	0 0
905	3 35	0 0
904	3 43	0 0
903	3 51	0 0
902	3 59	0 1
1008	5 13	0 0
1007	5 21	0 0
1006	5 29	0 0
1005	5 37	0 0

10 0 4	5 45 0 0
10 0 3	5 53 0 0
10 0 2	5 61 0 1
11 0 8	4 12 0 0
11 0 7	4 20 0 0
11 0 6	4 28 0 0
11 0 5	4 36 0 0
11 0 4	4 44 0 0
11 0 3	4 52 0 0
11 0 2	4 60 0 1
12 0 8	3 11 0 0
12 0 7	3 19 0 0
12 0 6	3 27 0 0
12 0 5	3 35 0 0
12 0 4	3 43 0 0
12 0 3	3 51 0 0
12 0 2	3 59 0 1
13 0 8	3 11 0 0
13 0 7	3 19 0 0
13 0 6	3 27 0 0
13 0 5	3 35 0 0
13 0 4	3 43 0 0
13 0 3	3 51 0 0
13 0 2	3 59 0 1
14 0 8	3 11 0 0
14 0 7	3 19 0 0
14 0 6	3 27 0 0
14 0 5	3 35 0 0
14 0 4	3 43 0 0
14 0 3	3 51 0 0
14 0 2	3 59 0 1
15 0 8	5 13 0 0
15 0 7	5 21 0 0
15 0 6	5 29 0 0
15 0 5	5 37 0 0
15 0 4	5 45 0 0
15 0 3	5 53 0 0
15 0 2	5 61 0 1
16 0 roof	66 0 0 0
16 0 8	1 10 0 0
16 0 7	1 18 0 0
16 0 6	1 26 0 0
16 0 5	1 34 0 0
16 0 4	1 42 0 0
16 0 3	1 50 0 0

16 0 2	1 64 0 1
17 0 roof	66 0 0 0
17 0 8	1 10 0 0
17 0 7	1 18 0 0
17 0 6	1 26 0 0
17 0 5	1 34 0 0
17 0 4	1 42 0 0
17 0 3	1 50 0 0
17 0 2	1 64 0 1
18 0 roof	66 0 0 0
18 0 8	1 10 0 0
18 0 7	1 18 0 0
18 0 6	1 26 0 0
18 0 5	1 34 0 0
18 0 4	1 42 0 0
18 0 3	1 58 0 2
19 0 roof	66 0 0 0
19 0 8	1 10 0 0
19 0 7	1 18 0 0
19 0 6	1 26 0 0
19 0 5	1 34 0 0
19 0 4	1 42 0 0
19 0 3	1 50 0 0
19 0 2	1 64 0 1
20 0 roof	67 0 0 0
20 0 8	1 10 0 0
20 0 7	1 18 0 0
20 0 6	1 26 0 0
20 0 5	1 34 0 0
20 0 4	1 42 0 0
20 0 3	1 50 0 0
20 0 2	1 64 0 1
21 0 roof	68 0 0 0
21 0 8	2 0 0 7
22 0 8	2 0 0 7
23 0 8	2 0 0 7
24 0 8	2 0 0 7
25 0 8	2 0 0 7
26 0 roof	68 0 0 0
26 0 8	2 0 0 7
27 0 8	2 0 0 7
28 0 8	2 0 0 7
29 0 8	2 0 0 7
30 0 8	2 0 0 7
31 0 roof	68 0 0 0

31 0 8	2	0	0	7
32 0 8	2	0	0	7
33 0 8	2	0	0	7
34 0 8	2	0	0	7
35 0 8	2	0	0	7
36 0 roof	68	0	0	0
36 0 8	2	0	0	7
37 0 roof	7	15	0	0
37 0 8	8	16	0	0
37 0 7	7	31	0	1
37 0 5	8	40	0	0
37 0 4	8	48	0	0
37 0 3	8	56	0	0
37 0 2	8	64	0	1
38 0 roof	68	0	0	0
38 0 8	9	17	0	0
38 0 7	9	25	0	0
38 0 6	9	33	0	0
38 0 5	9	40	0	0
38 0 4	9	49	0	0
38 0 3	9	57	0	0
38 0 2	9	65	0	1
39 0 roof	68	0	0	0
39 0 8	8	16	0	0
39 0 7	8	24	0	0
39 0 6	6	32	0	0
39 0 5	8	40	0	0
39 0 4	8	48	0	0
39 0 3	8	56	0	0
39 0 2	8	64	0	1
40 0 roof	68	0	0	0
40 0 8	9	17	0	0
40 0 7	9	25	0	0
40 0 6	9	33	0	0
40 0 5	9	40	0	0
40 0 4	9	49	0	0
40 0 3	9	57	0	0
40 0 2	9	65	0	1
41 0 roof	68	0	0	0
41 0 8	7	15	0	0
41 0 7	7	23	0	0
41 0 6	7	31	0	0
41 0 5	7	39	0	0
41 0 4	7	47	0	0
41 0 3	7	55	0	0

41 0 2	7 63 0 1
42 0 roof	68 0 0 0
42 0 8	7 15 0 0
42 0 7	7 23 0 0
42 0 6	7 31 0 0
42 0 5	7 39 0 0
42 0 4	7 47 0 0
42 0 3	7 55 0 0
42 0 2	7 63 0 1
43 0 roof	68 0 0 0
43 0 8	7 15 0 0
43 0 7	7 23 0 0
43 0 6	7 31 0 0
43 0 5	7 39 0 0
43 0 4	7 47 0 0
43 0 3	7 55 0 0
43 0 2	7 63 0 1
44 0 roof	68 0 0 0
44 0 8	7 15 0 0
44 0 7	7 23 0 0
44 0 6	7 31 0 0
44 0 5	7 39 0 0
44 0 4	7 47 0 0
44 0 3	7 55 0 0
44 0 2	7 63 0 1
46 0 roof	68 0 0 0
47 0 roof	68 0 0 0
48 0 roof	68 0 0 0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Location data

1 0 0.000 0.000 0.0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Loading

\$ Response Spectrum Lateral loads

1 13 SRSS 1 0.05
0 90 45
0 0.05
0.25 0.05
0.5 0.05
0.75 0.05
1 0.05
1.25 0.04375
1.5 0.0375
1.75 0.03125
2 0.025

2.25 0.025

2.5 0.025

2.75 0.025

3 0.025

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Load Cases

1 0	1.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	2.17	0.63	0.00
3 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-2.17	-0.63	0.00
4 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	0.63	2.17	0.00
5 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.63	-2.17	0.00

\$ This is file drid25 written by ETABSIN on Tue Jan 07 17:06:42 1997

\$ Units are KG and METERS

1996

ANALISA STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN TAMAN SEJAHTERA (25
LANTAI)

\$ Control data

25 1 1 1 5 7 1 2 5 0 1 0 2 0 0 4 0 1 0 5 0 0

\$ Miscellaneous parameters

9.815 0.0001 0 1

\$ Mass data

1 10 1
1073 -10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1073 10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1257 0 -2.5 8 13.5 0 0 0 0 0
1621 -13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 -13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1741 13 0 2 2 0 0 0 0 0
1741 -13 0 2 2 0 0 0 0 0
278 0 6.75 2 2 0 0 0 0 0

\$ Story data

roof 3.65 0 7402 1.01E+006 0 0 0 0 0
25th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
24th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
23th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
22th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
21th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
20th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
19th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
18th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
17th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
16th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
15th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
14th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
13th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
12th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
11th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
10th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
9th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
8th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
7th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
6th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
5th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
4th 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0

3th 3.65 1 0 0 0 0 0 0
 2th 3.65 1 0 0 0 0 0 0
 \$ Frame member Material property data
 1 C 2.781E+009 2400 0.25 4800 350 3900

\$ Column section property data
 1 1 RECT 0.8 0.8 0 0
 2 1 RECT 0.5 0.5 0 0

\$ Beam section property data
 1 1 RECT 0.7 0.1 0.5 0 0
 2 1 RECT 0.5 0.1 0.4 0 0
 3 1 RECT 0.425 0.075 0.3 0 0
 4 1 RECT 4.25 0.075 0.4 0 0
 5 1 RECT 0.4 0.075 0.4 0 0

\$ Panel section property data
 1 1 0.5

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Control Data

1 25 32 48 0 50 0 67 1 8 6

\$ X Grid line data

-18 -16 -11 -4 4 11 16 18

\$ Y Grid line data

-9.25 -4.25 -1 1 4.25 9.25

\$ Column line coordinates and orientation

1	-18.000	9.250	0.000	1	6	3
2	-11.000	9.250	0.000	3	6	3
3	-4.000	9.250	0.000	4	6	3
4	4.000	9.250	0.000	5	6	3
5	11.000	9.250	0.000	6	6	3
6	18.000	9.250	0.000	8	6	3
7	-18.000	4.250	0.000	1	5	3
8	-11.000	4.250	0.000	3	5	3
9	-4.000	4.250	0.000	4	5	3
10	4.000	4.250	0.000	5	5	3
11	11.000	4.250	0.000	6	5	3
12	18.000	4.250	0.000	8	5	3
13	-18.000	-4.250	0.000	1	2	3
14	-11.000	-4.250	0.000	3	2	3
15	-4.000	-4.250	0.000	4	2	3
16	4.000	-4.250	0.000	5	2	3
17	11.000	-4.250	0.000	6	2	3
18	18.000	-4.250	0.000	8	2	3
19	-18.000	-9.250	0.000	1	1	3
20	-11.000	-9.250	0.000	3	1	3
21	-4.000	-9.250	0.000	4	1	3
22	4.000	-9.250	0.000	5	1	3

23	11.000	-9.250	0.000	6	1	3
24	18.000	-9.250	0.000	8	1	3
25	-16.000	1.000	0.000	2	4	3
26	16.000	1.000	0.000	7	4	3
27	-16.000	-1.000	0.000	2	3	3
28	16.000	-1.000	0.000	7	3	3
29	-18.000	1.000	0.000	1	4	3
30	18.000	1.000	0.000	8	4	3
31	-18.000	-1.000	0.000	1	3	3
32	18.000	-1.000	0.000	8	3	3

\$ Bay connectivity

1 1 2
2 2 3
3 3 4
4 4 5
5 5 6
6 7 8
7 8 9
8 9 10
9 10 11
10 11 12
11 13 14
12 14 15
13 15 16
14 16 17
15 17 18
16 19 20
17 20 21
18 21 22
19 22 23
20 23 24
21 1 7
22 2 8
23 3 9
24 4 10
25 5 11
26 6 12
27 8 14
28 9 15
29 10 16
30 11 17
31 13 19
32 14 20
33 15 21
34 16 22

35 17 23
36 18 24
37 29 25
38 26 30
39 31 27
40 28 32
41 7 29
42 31 13
43 12 30
44 32 18
45 29 31
46 30 32
47 25 27
48 26 28

\$ Beam span vertical loading patterns

1 0 1592.5 0 0 0 0
2 0 255 0 0 0 0
3 0 3928.8 0 0 0 0
4 1 3928.8 0 0 0 0
2 606.1
5 1 3928.8 0 0 0 0
5 606.1
6 0 4273.8 0 0 0 0
7 0 373 0 0 0 0
8 0 270 0 606.1 0 0
9 0 270 606.1 0 0 0
10 0 187.5 0 0 0 0
11 0 506.3 0 0 0 0
12 1 506.3 0 0 0 0
2 82.2
13 1 506.3 0 0 0 0
5 82.2
14 0 318.8 0 0 0 0
15 0 51.8 0 0 0 0
16 0 37.5 0 82.2 0 0
17 0 37.5 82.2 0 0 0
18 0 234 0 0 0 0
19 0 632.8 0 0 0 0
20 1 632.8 0 0 0 0
2 105.1
21 1 632.8 0 0 0 0
5 105.1
22 0 398.5 0 0 0 0
23 0 64.7 0 0 0 0
24 0 46.9 0 105.1 0 0

25 0 46.9 105.1 0 0 0
26 0 281.3 0 0 0 0
27 0 759.4 0 0 0 0
28 1 759.4 0 0 0 0
2 126.1
29 1 759.4 0 0 0 0
5 126.1
30 0 478.2 0 0 0 0
31 0 77.6 0 0 0 0
32 0 56.3 0 126.1 0 0
33 0 56.3 126.1 0 0 0
34 0 328.2 0 0 0 0
35 0 885.9 0 0 0 0
36 1 885.9 0 0 0 0
2 147.3
37 1 885.9 0 0 0 0
5 147.3
38 0 557.8 0 0 0 0
39 0 90.6 0 0 0 0
40 0 65.6 0 147.3 0 0
41 0 65.6 147.3 0 0 0
42 0 375 0 0 0 0
43 0 1012.5 0 0 0 0
44 1 1012.5 0 0 0 0
2 168.2
45 1 1012.5 0 0 0 0
5 168.2
46 0 637.5 0 0 0 0
47 0 103.5 0 0 0 0
48 0 75 0 168.2 0 0
49 0 75 168.2 0 0 0
50 0 421.9 0 0 0 0
51 0 1139 0 0 0 0
52 1 1139 0 0 0 0
2 189.8
53 1 1139 0 0 0 0
5 189.8
54 0 717.2 0 0 0 0
55 0 116.8 0 0 0 0
56 0 84.4 0 189.8 0 0
57 0 84.4 189.8 0 0 0
58 0 468.8 0 0 0 0
59 0 1265.8 0 0 0 0
60 1 1265.8 0 0 0 0
2 210.3

61 1 1265.8 0 0 0 0
5 210.3
62 0 796.9 0 0 0 0
63 0 129.4 0 0 0 0
64 0 93.8 0 210.3 0 0
65 0 93.8 210.3 0 0 0
66 0 0 3677 0 0 0
67 0 0 3677 3677 0 0

\$ Column Location Data

1 0 roof	1	24	0	0
2 0 roof	1	24	0	0
3 0 roof	1	24	0	0
4 0 roof	1	24	0	0
5 0 roof	1	24	0	0
6 0 roof	1	24	0	0
7 0 roof	1	15	0	0
7 0 9th	1	7	0	0
8 0 25th	1	23	0	0
9 0 25th	1	23	0	0
10 0 25th	1	23	0	0
11 0 25th	1	23	0	0
12 0 roof	1	24	0	0
13 0 roof	1	24	0	0
14 0 25th	1	23	0	0
15 0 25th	1	23	0	0
16 0 25th	1	23	0	0
17 0 25th	1	23	0	0
18 0 roof	1	24	0	0
19 0 roof	1	24	0	0
20 0 roof	1	24	0	0
21 0 roof	1	24	0	0
22 0 roof	1	24	0	0
23 0 roof	1	24	0	0
24 0 roof	1	24	0	0
25 0 roof	2	24	0	0
26 0 roof	2	24	0	0
27 0 roof	2	24	0	0
28 0 roof	2	24	0	0
29 0 roof	2	24	0	0
30 0 roof	2	24	0	0
31 0 roof	2	24	0	0
32 0 roof	2	24	0	0

\$ Beam Location Data

1 0 roof	4	0	0
----------	---	---	---

1 0 25th	1 23 0
2 0 roof	4 0 0
2 0 25th	1 23 0
3 0 roof	4 0 0
3 0 25th	1 23 0
4 0 roof	4 0 0
4 0 25th	1 23 0
5 0 roof	4 0 0
5 0 25th	1 23 0
6 0 25th	1 23 0
7 0 25th	1 23 0
8 0 25th	1 23 0
9 0 25th	1 23 0
10 0 25th	1 23 0
11 0 25th	1 23 0
12 0 25th	1 23 0
13 0 25th	1 23 0
14 0 25th	1 23 0
15 0 25th	1 23 0
16 0 roof	4 0 0
16 0 25th	1 23 0
17 0 roof	4 0 0
17 0 25th	1 23 0
18 0 roof	4 0 0
18 0 25th	1 23 0
19 0 roof	4 0 0
19 0 25th	1 23 0
20 0 roof	4 0 0
20 0 25th	1 23 0
21 0 roof	4 0 0
21 0 25th	2 23 0
22 0 25th	2 23 0
23 0 25th	2 23 0
24 0 25th	2 23 0
25 0 25th	2 23 0
26 0 roof	4 0 0
26 0 25th	2 23 0
27 0 25th	2 23 0
28 0 25th	2 23 0
29 0 25th	2 23 0
30 0 25th	2 23 0
31 0 roof	4 0 0
31 0 25th	2 23 0
32 0 25th	2 23 0
33 0 25th	2 23 0

34 0 25th	2	23	0
35 0 25th	2	23	0
36 0 roof	4	0	0
36 0 25th	2	23	0
37 0 roof	4	0	0
37 0 25th	3	23	0
38 0 roof	4	0	0
38 0 25th	3	23	0
39 0 roof	4	0	0
39 0 25th	3	23	0
40 0 roof	4	0	0
40 0 25th	3	23	0
41 0 roof	4	0	0
41 0 25th	3	23	0
42 0 roof	4	0	0
42 0 25th	3	23	0
43 0 roof	4	0	0
43 0 25th	3	23	0
44 0 roof	4	0	0
44 0 25th	3	23	0
45 0 roof	5	24	0
46 0 roof	5	24	0
47 0 roof	4	0	0
47 0 25th	3	23	0
48 0 roof	4	0	0
48 0 25th	3	18	0
48 0 6th	1	0	0
48 0 5th	3	3	0

\$ Panel Location Data

1 roof	29	31	1	2
1 20th	29	31	1	2
1 14th	29	31	1	2
1 9th	29	31	1	2
1 4th	29	31	1	2
1 roof	30	32	1	2
1 20th	30	32	1	2
1 6th	30	32	1	1
1 23th	31	29	1	2
1 17th	31	29	1	2
1 11th	31	29	1	1
1 6th	31	29	1	1
1 23th	32	30	1	2
1 17th	32	30	1	10
1 4th	32	30	1	2

\$ Span Loading Location Data

1 0 roof	66	0	0	0
1 0 25th	1	10	0	16
1 0 8th	1	18	0	0
1 0 7th	1	26	0	0
1 0 6th	1	34	0	0
1 0 5th	1	42	0	0
1 0 4th	1	50	0	0
1 0 3th	1	58	0	1
2 0 roof	66	0	0	0
2 0 25th	1	10	0	16
2 0 8th	1	18	0	0
2 0 7th	1	26	0	0
2 0 6th	1	34	0	0
2 0 5th	1	42	0	0
2 0 4th	1	50	0	0
2 0 3th	1	58	0	1
3 0 roof	66	0	0	0
3 0 25th	2	0	0	23
4 0 roof	66	0	0	0
4 0 25th	1	10	0	16
4 0 8th	1	18	0	0
4 0 7th	1	26	0	0
4 0 6th	1	34	0	0
4 0 5th	1	42	0	0
4 0 4th	1	50	0	0
4 0 3th	1	58	0	1
5 0 roof	67	0	0	0
5 0 25th	1	10	0	16
5 0 8th	1	18	0	0
5 0 7th	1	26	0	0
5 0 6th	1	34	0	0
5 0 5th	1	42	0	0
5 0 4th	1	50	0	0
5 0 3th	1	58	0	1
6 0 25th	4	12	0	16
6 0 8th	4	20	0	0
6 0 7th	4	28	0	0
6 0 6th	4	36	0	0
6 0 5th	4	44	0	0
6 0 4th	4	52	0	0
6 0 3th	4	60	0	1
7 0 25th	3	11	0	5
7 0 19th	3	19	0	2
7 0 16th	3	11	0	7

7 0 8th	3 19 0 0
7 0 7th	3 27 0 0
7 0 6th	3 35 0 0
7 0 5th	3 43 0 0
7 0 4th	3 51 0 0
7 0 3th	3 59 0 1
8 0 25th	6 14 0 16
8 0 8th	6 22 0 0
8 0 7th	6 30 0 0
8 0 6th	6 38 0 0
8 0 5th	6 46 0 0
8 0 4th	6 54 0 0
8 0 3th	6 62 0 1
9 0 25th	3 11 0 5
9 0 19th	3 19 0 2
9 0 16th	3 11 0 7
9 0 8th	3 19 0 0
9 0 7th	3 27 0 0
9 0 6th	3 35 0 0
9 0 5th	3 43 0 0
9 0 4th	3 51 0 0
9 0 3th	3 59 0 1
10 0 25th	5 13 0 16
10 0 8th	5 21 0 0
10 0 7th	5 29 0 0
10 0 6th	5 37 0 0
10 0 5th	5 45 0 0
10 0 4th	5 53 0 0
10 0 3th	5 61 0 1
11 0 25th	4 12 0 16
11 0 8th	4 20 0 0
11 0 7th	4 28 0 0
11 0 6th	4 36 0 0
11 0 5th	4 44 0 0
11 0 4th	4 52 0 0
11 0 3th	4 60 0 1
12 0 25th	3 11 0 5
12 0 19th	3 19 0 2
12 0 16th	3 11 0 7
12 0 8th	3 19 0 0
12 0 7th	3 27 0 0
12 0 6th	3 35 0 0
12 0 5th	3 43 0 0
12 0 4th	3 51 0 0
12 0 3th	3 59 0 1

13 0 25th	3	11	0	16
13 0 8th	3	19	0	0
13 0 7th	3	27	0	0
13 0 6th	3	35	0	0
13 0 5th	3	43	0	0
13 0 4th	3	51	0	0
13 0 3th	3	59	0	1
14 0 25th	3	11	0	5
14 0 19th	3	19	0	2
14 0 16th	3	11	0	7
14 0 8th	3	19	0	0
14 0 7th	3	27	0	0
14 0 6th	3	35	0	0
14 0 5th	3	43	0	0
14 0 4th	3	51	0	0
14 0 3th	3	59	0	1
15 0 25th	5	13	0	16
15 0 8th	5	21	0	0
15 0 7th	5	29	0	0
15 0 6th	5	37	0	0
15 0 5th	5	45	0	0
15 0 4th	5	53	0	0
15 0 3th	5	61	0	1
16 0 roof	66	0	0	0
16 0 25th	1	10	0	16
16 0 8th	1	18	0	0
16 0 7th	1	26	0	0
16 0 6th	1	34	0	0
16 0 5th	1	42	0	0
16 0 4th	1	50	0	0
16 0 3th	1	58	0	1
17 0 roof	66	0	0	0
17 0 25th	1	10	0	16
17 0 8th	1	18	0	0
17 0 7th	1	26	0	0
17 0 6th	1	34	0	0
17 0 5th	1	42	0	0
17 0 4th	1	50	0	0
17 0 3th	1	58	0	1
18 0 roof	66	0	0	0
18 0 25th	1	10	0	16
18 0 8th	1	18	0	0
18 0 7th	1	26	0	0
18 0 6th	1	34	0	0
18 0 5th	1	42	0	0

18 0 4th	1	50	0	0
18 0 3th	1	58	0	1
19 0 roof	66	0	0	0
19 0 25th	1	10	0	16
19 0 8th	1	18	0	0
19 0 7th	1	26	0	0
19 0 6th	1	34	0	0
19 0 5th	1	42	0	0
19 0 4th	1	50	0	0
19 0 3th	1	58	0	1
20 0 roof	67	0	0	0
20 0 25th	1	10	0	16
20 0 8th	1	18	0	0
20 0 7th	1	26	0	0
20 0 6th	1	34	0	0
20 0 5th	1	42	0	0
20 0 4th	1	50	0	0
20 0 3th	1	58	0	1
21 0 roof	0	0	0	0
21 0 25th	2	0	0	23
22 0 25th	2	0	0	23
23 0 25th	2	0	0	23
24 0 25th	2	0	0	23
25 0 25th	2	0	0	23
26 0 roof	0	0	0	0
26 0 25th	2	0	0	23
27 0 25th	2	0	0	23
28 0 25th	2	0	0	23
29 0 25th	2	0	0	23
30 0 25th	2	0	0	23
31 0 roof	0	0	0	0
31 0 25th	2	0	0	23
32 0 25th	2	0	0	23
33 0 25th	2	0	0	23
34 0 25th	2	0	0	23
35 0 25th	2	0	0	23
36 0 roof	0	0	0	0
36 0 25th	2	0	0	23
37 0 roof	0	0	0	0
37 0 25th	8	16	0	15
37 0 9th	7	23	0	0
37 0 8th	8	24	0	0
37 0 7th	8	32	0	0
37 0 6th	8	40	0	0
37 0 5th	8	48	0	0

37 0 4th	8 56 0 0
37 0 3th	8 64 0 1
38 0 roof	0 0 0 0
38 0 25th	9 17 0 16
38 0 8th	9 25 0 0
38 0 7th	9 33 0 0
38 0 6th	9 41 0 0
38 0 5th	9 49 0 0
38 0 4th	9 57 0 0
38 0 3th	9 65 0 1
39 0 roof	0 0 0 0
39 0 25th	8 16 0 16
39 0 8th	8 24 0 0
39 0 6th	8 40 0 0
39 0 5th	8 48 0 0
39 0 4th	8 56 0 0
39 0 3th	8 64 0 1
40 0 roof	0 0 0 0
40 0 25th	9 17 0 0
40 0 23th	9 17 0 14
40 0 8th	9 25 0 0
40 0 7th	9 33 0 0
40 0 6th	9 41 0 0
40 0 5th	9 49 0 0
40 0 4th	9 57 0 0
40 0 3th	9 65 0 1
41 0 roof	0 0 0 0
41 0 25th	7 15 0 16
41 0 8th	7 23 0 0
41 0 7th	7 31 0 0
41 0 6th	7 39 0 0
41 0 5th	7 47 0 0
41 0 4th	7 55 0 0
41 0 3th	7 63 0 1
42 0 roof	0 0 0 0
42 0 25th	7 15 0 16
42 0 8th	7 23 0 0
42 0 7th	7 31 0 0
42 0 6th	7 39 0 0
42 0 5th	7 47 0 0
42 0 4th	7 55 0 0
42 0 3th	7 63 0 1
43 0 roof	0 0 0 0
43 0 25th	7 15 0 16
43 0 8th	7 23 0 0

43 0 7th	7 31 0 0
43 0 6th	7 39 0 0
43 0 5th	7 47 0 0
43 0 4th	7 55 0 0
43 0 3th	7 63 0 1
44 0 roof	0 0 0 0
44 0 25th	7 15 0 16
44 0 8th	7 23 0 0
44 0 7th	7 31 0 0
44 0 6th	7 39 0 0
44 0 5th	7 47 0 0
44 0 4th	7 55 0 0
44 0 3th	7 63 0 1
45 0 roof	0 0 0 0
45 0 8th	8 32 0 1
47 0 roof	0 0 0 3
48 0 roof	0 0 0 3

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Location data

1 0 0.000 0.000 0.0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Loading

\$ Response Spectrum Lateral loads

Respon spectrum zone 4 PPTGIUG'83

2 13 SRSS 1 0.05

0 90 0

0 0.05

0.25 0.05

0.5 0.05

0.75 0.05

1 0.05

1.25 0.04375

1.5 0.0375

1.75 0.03125

2 0.025

2.25 0.025

2.5 0.025

2.75 0.025

3 0.025

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Load Cases

1 0	1.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	2.17	0.63	0.00
3 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	0.63	2.17	0.00
4 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.63	-2.17	0.00
5 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-2.17	-0.63	0.00

```
$ This is file RIDHO written by ETABSIN on Thu Nov 21 01:34:16 1996
$ Units are KG and METERS
ANALISA STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN TAMAN SEJAHTERA
(9 lantai ;  $f_c' = 72$  MPa)
$ Control data
9 1 1 2 5 7 1 3 4 0 1 0 2 0 0 4 0 1 0 5 0 0
$ Miscellaneous parameters
9.815 0.0001 0 1
$ Mass data
1 10 1
1073 -10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1073 10 0 12 18.5 0 0 0 0 0
1257 0 -2.5 8 13.5 0 0 0 0 0
1621 -13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 -13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1621 13 -5.125 2 8.25 0 0 0 0 0
1741 13 0 2 2 0 0 0 0 0
1741 -13 0 2 2 0 0 0 0 0
278 0 6.75 8 5 0 0 0 0 0
2 1 1
1 0 0 36 18.5 0 0 0 0 0
$ Story data
roof 3.65 2 7402 1.01E+006 0 0 0 0 0
8 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
7 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
6 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
5 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
4 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
3 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
2 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
1 3.65 1 0 0 0 0 0 0 0
$ Frame member Material property data
1 C 3.51551E+009 2400 0.2 4800 724.3 4800
$ Column section property data
1 1 RECT 0.5 0.5 0 0
2 1 RECT 0.3 0.3 0 0
3 1 RECT 0.3 0.3 0 0
$ Beam section property data
1 1 RECT 0.6 0.1 0.3 0 0
2 1 RECT 0.4 0.1 0.3 0 0
3 1 RECT 0.5 0 0.3 0 0
4 1 RECT 0.425 0.075 0.3 0 0
$ Panel section property data
1 1 0.3
```

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Control Data

1 9 32 48 0 18 0 68 1 8 6

\$ X Grid line data

-18 -16 -11 -4 4 11 16 18

\$ Y Grid line data

-9.25 -4.25 -1 1 4.25 9.25

\$ Column line coordinates and orientation

1	-18.000	9.250	0.000	1	6	3
2	-11.000	9.250	0.000	3	6	3
3	-4.000	9.250	0.000	4	6	3
4	4.000	9.250	0.000	5	6	3
5	11.000	9.250	0.000	6	6	3
6	18.000	9.250	0.000	8	6	3
7	-18.000	4.250	0.000	1	5	3
8	-11.000	4.250	0.000	3	5	3
9	-4.000	4.250	0.000	4	5	3
10	4.000	4.250	0.000	5	5	3
11	11.000	4.250	0.000	6	5	3
12	18.000	4.250	0.000	8	5	3
13	-18.000	-4.250	0.000	1	2	3
14	-11.000	-4.250	0.000	3	2	3
15	-4.000	-4.250	0.000	4	2	3
16	4.000	-4.250	0.000	5	2	3
17	11.000	-4.250	0.000	6	2	3
18	18.000	-4.250	0.000	8	2	3
19	-18.000	-9.250	0.000	1	1	3
20	-11.000	-9.250	0.000	3	1	3
21	-4.000	-9.250	0.000	4	1	3
22	4.000	-9.250	0.000	5	1	3
23	11.000	-9.250	0.000	6	1	3
24	18.000	-9.250	0.000	8	1	3
25	-16.000	1.000	0.000	2	4	3
26	16.000	1.000	0.000	7	4	3
27	-16.000	-1.000	0.000	2	3	3
28	16.000	-1.000	0.000	7	3	3
29	-18.000	1.000	0.000	1	4	3
30	18.000	1.000	0.000	8	4	3
31	-18.000	-1.000	0.000	1	3	3
32	18.000	-1.000	0.000	8	3	3

\$ Bay connectivity

1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	7	8

7 8 9
8 9 10
9 10 11
10 11 12
11 13 14
12 14 15
13 15 16
14 16 17
15 17 18
16 19 20
17 20 21
18 21 22
19 22 23
20 23 24
21 1 7
22 2 8
23 3 9
24 4 10
25 5 11
26 6 12
27 8 14
28 9 15
29 10 16
30 11 17
31 13 19
32 14 20
33 15 21
34 16 22
35 17 23
36 18 24
37 29 25
38 26 30
39 31 27
40 28 32
41 7 29
42 12 30
43 31 13
44 32 18
45 29 31
46 30 32
47 25 27
48 26 28

\$ Beam span vertical loading patterns

1 0 1592.5 0 0 0 0
2 0 255 0 0 0 0
3 0 3928.8 0 0 0 0

4 1 3928.8 0 0 0 0
2 606.1
5 1 3928.8 0 0 0 0
5 606.1
6 0 4273.8 0 0 0 0
7 0 373 0 0 0 0
8 0 270 0 606.1 0 0
9 0 270 606.1 0 0 0
10 0 187.5 0 0 0 0
11 0 506.3 0 0 0 0
12 1 506.3 0 0 0 0
5 82.2
13 1 506.3 0 0 0 0
2 82.2
14 0 318.8 0 0 0 0
15 0 51.8 0 0 0 0
16 0 37.5 0 82.2 0 0
17 0 37.5 82.2 0 0 0
18 0 234 0 0 0 0
19 0 632.8 0 0 0 0
20 1 632.8 0 0 0 0
2 105.1
21 1 632.8 0 0 0 0
5 105.1
22 0 398.5 0 0 0 0
23 0 64.7 0 0 0 0
24 0 46.9 0 105.1 0 0
25 0 46.9 105.1 0 0 0
26 0 281.3 0 0 0 0
27 0 759.4 0 0 0 0
28 1 759.4 0 0 0 0
2 126.1
29 1 759.4 0 0 0 0
5 126.1
30 0 478.2 0 0 0 0
31 0 77.6 0 0 0 0
32 0 56.3 0 126.1 0 0
33 0 56.3 126.1 0 0 0
34 0 328.2 0 0 0 0
35 0 885.9 0 0 0 0
36 1 885.9 0 0 0 0
2 147.3
37 1 885.9 0 0 0 0
5 147.3
38 0 557.8 0 0 0 0
39 0 90.6 0 0 0 0

40 0 65.6 0 147.3 0 0
 41 0 65.6 147.3 0 0 0
 42 0 375 0 0 0 0
 43 0 1012.5 0 0 0 0
 44 1 1012.5 0 0 0 0
 2 168.2
 45 1 1012.5 0 0 0 0
 5 168.2
 46 0 637.5 0 0 0 0
 47 0 103.5 0 0 0 0
 48 0 75 0 168.2 0 0
 49 0 75 168.2 0 0 0
 50 0 421.9 0 0 0 0
 51 0 1139 0 0 0 0
 52 1 1139 0 0 0 0
 2 189.8
 53 1 1139 0 0 0 0
 5 189.8
 54 0 717.2 0 0 0 0
 55 0 116.8 0 0 0 0
 56 0 84.4 0 189.8 0 0
 57 0 84.4 189.8 0 0 0
 58 0 468.8 0 0 0 0
 59 0 1265.8 0 0 0 0
 60 1 1265.8 0 0 0 0
 2 210.3
 61 1 1265.8 0 0 0 0
 5 210.3
 62 0 796.9 0 0 0 0
 63 0 129.4 0 0 0 0
 64 0 93.8 0 210.3 0 0
 65 0 93.8 210.3 0 0 0
 66 0 0 3677 0 0 0
 67 0 0 3677 3677 0 0
 68 0 0 0 0 0 0

\$ Column Location Data

1 0 roof 1 8 0 0
 2 0 roof 1 8 0 0
 3 0 roof 1 8 0 0
 4 0 roof 1 8 0 0
 5 0 roof 1 8 0 0
 6 0 roof 1 8 0 0
 7 0 roof 1 8 0 0
 8 0 roof 2 0 0 0
 8 0 8 1 7 0 0
 9 0 roof 2 0 0 0

908	1 7 0 0
100 roof	2 0 0 0
1008	1 7 0 0
110 roof	2 0 0 0
1108	1 7 0 0
120 roof	1 8 0 0
130 roof	1 8 0 0
140 roof	2 0 0 0
1408	1 7 0 0
150 roof	2 0 0 0
1508	1 7 0 0
160 roof	2 0 0 0
1608	1 7 0 0
170 roof	2 0 0 0
1708	1 7 0 0
180 roof	1 8 0 0
190 roof	1 7 0 0
1901	1 0 0 0
200 roof	1 8 0 0
210 roof	1 8 0 0
220 roof	1 8 0 0
230 roof	1 8 0 0
240 roof	1 8 0 0
250 roof	2 8 0 0
260 roof	2 8 0 0
270 roof	2 8 0 0
280 roof	2 8 0 0
290 roof	3 8 0 0
300 roof	3 8 0 0
310 roof	3 8 0 0
320 roof	3 8 0 0

\$ Beam Location Data

10 roof	3 0 0
108	1 7 0
20 roof	3 0 0
208	1 7 0
30 roof	3 0 0
308	1 7 0
40 roof	3 0 0
408	1 7 0
50 roof	3 0 0
508	1 7 0
608	1 7 0
708	1 7 0
808	1 7 0

908	1 7 0
1008	1 7 0
1108	1 7 0
1208	1 7 0
1308	1 7 0
1408	1 7 0
1508	1 7 0
160 roof	3 0 0
1608	1 7 0
170 roof	3 0 0
1708	1 7 0
180 roof	3 0 0
1808	1 7 0
190 roof	3 0 0
1908	1 7 0
200 roof	3 0 0
2008	1 7 0
210 roof	3 0 0
2108	2 7 0
2208	2 7 0
2308	2 7 0
2408	2 7 0
2508	2 7 0
260 roof	3 0 0
2608	2 7 0
2708	2 7 0
2808	2 7 0
2908	2 7 0
3008	2 7 0
310 roof	3 0 0
3108	2 7 0
3208	2 7 0
3308	2 7 0
3408	2 7 0
3508	2 7 0
360 roof	3 0 0
3608	2 7 0
370 roof	3 0 0
3708	4 7 0
380 roof	3 0 0
3808	4 7 0
390 roof	3 0 0
3908	4 7 0
400 roof	3 0 0
4008	4 7 0
410 roof	3 0 0

41 0 8	2 7 0
42 0 roof	3 0 0
42 0 8	2 7 0
43 0 roof	3 0 0
43 0 8	2 7 0
44 0 roof	3 0 0
44 0 8	2 7 0
47 0 roof	3 0 0
47 0 8	4 7 0
48 0 roof	3 0 0
48 0 8	4 7 0

\$ Panel Location Data

1 roof	29 31 1 8
1 roof	30 32 1 8

\$ Span Loading Location Data

1 0 roof	66 0 0 0
1 0 8	1 10 0 0
1 0 7	1 18 0 0
1 0 6	1 26 0 0
1 0 5	1 34 0 0
1 0 4	1 42 0 0
1 0 3	1 50 0 0
1 0 2	1 64 0 1
2 0 roof	66 0 0 0
2 0 8	1 10 0 0
2 0 7	1 18 0 0
2 0 6	1 26 0 0
2 0 5	1 34 0 0
2 0 4	1 42 0 0
2 0 3	1 50 0 0
2 0 2	1 64 0 1
3 0 roof	66 0 0 0
3 0 8	2 0 0 7
4 0 roof	66 0 0 0
4 0 8	1 10 0 0
4 0 7	1 18 0 0
4 0 6	1 26 0 0
4 0 5	1 34 0 0
4 0 4	1 42 0 0
4 0 3	1 50 0 0
4 0 2	1 64 0 1
5 0 roof	67 0 0 0
5 0 8	1 10 0 0
5 0 7	1 18 0 0
5 0 6	1 26 0 0

505	1 34 0 0
504	1 42 0 0
503	1 50 0 0
502	1 64 0 1
608	4 12 0 0
607	4 20 0 0
606	4 28 0 0
605	4 36 0 0
604	4 44 0 0
603	4 52 0 0
602	4 60 0 1
708	3 11 0 0
707	3 19 0 0
706	3 27 0 0
705	3 35 0 0
704	3 43 0 0
703	3 51 0 0
702	3 59 0 1
808	6 14 0 0
807	6 22 0 0
806	6 30 0 0
805	6 38 0 0
804	6 46 0 0
803	6 54 0 0
802	6 62 0 1
908	3 11 0 0
907	3 19 0 0
906	3 27 0 0
905	3 35 0 0
904	3 43 0 0
903	3 51 0 0
902	3 59 0 1
1008	5 13 0 0
1007	5 21 0 0
1006	5 29 0 0
1005	5 37 0 0
1004	5 45 0 0
1003	5 53 0 0
1002	5 61 0 1
1108	4 12 0 0
1107	4 20 0 0
1106	4 28 0 0
1105	4 36 0 0
1104	4 44 0 0
1103	4 52 0 0
1102	4 60 0 1

12 0 8	3 11 0 0
12 0 7	3 19 0 0
12 0 6	3 27 0 0
12 0 5	3 35 0 0
12 0 4	3 43 0 0
12 0 3	3 51 0 0
12 0 2	3 59 0 1
13 0 8	3 11 0 0
13 0 7	3 19 0 0
13 0 6	3 27 0 0
13 0 5	3 35 0 0
13 0 4	3 43 0 0
13 0 3	3 51 0 0
13 0 2	3 59 0 1
14 0 8	3 11 0 0
14 0 7	3 19 0 0
14 0 6	3 27 0 0
14 0 5	3 35 0 0
14 0 4	3 43 0 0
14 0 3	3 51 0 0
14 0 2	3 59 0 1
15 0 8	5 13 0 0
15 0 7	5 21 0 0
15 0 6	5 29 0 0
15 0 5	5 37 0 0
15 0 4	5 45 0 0
15 0 3	5 53 0 0
15 0 2	5 61 0 1
16 0 roof	66 0 0 0
16 0 8	1 10 0 0
16 0 7	1 18 0 0
16 0 6	1 26 0 0
16 0 5	1 34 0 0
16 0 4	1 42 0 0
16 0 3	1 50 0 0
16 0 2	1 64 0 1
17 0 roof	66 0 0 0
17 0 8	1 10 0 0
17 0 7	1 18 0 0
17 0 6	1 26 0 0
17 0 5	1 34 0 0
17 0 4	1 42 0 0
17 0 3	1 50 0 0
17 0 2	1 64 0 1
18 0 roof	66 0 0 0
18 0 8	1 10 0 0

18 0 7	1 18 0 0
18 0 6	1 26 0 0
18 0 5	1 34 0 0
18 0 4	1 42 0 0
18 0 3	1 58 0 2
19 0 roof	66 0 0 0
19 0 8	1 10 0 0
19 0 7	1 18 0 0
19 0 6	1 26 0 0
19 0 5	1 34 0 0
19 0 4	1 42 0 0
19 0 3	1 50 0 0
19 0 2	1 64 0 1
20 0 roof	67 0 0 0
20 0 8	1 10 0 0
20 0 7	1 18 0 0
20 0 6	1 26 0 0
20 0 5	1 34 0 0
20 0 4	1 42 0 0
20 0 3	1 50 0 0
20 0 2	1 64 0 1
21 0 roof	68 0 0 0
21 0 8	2 0 0 7
22 0 8	2 0 0 7
23 0 8	2 0 0 7
24 0 8	2 0 0 7
25 0 8	2 0 0 7
26 0 roof	68 0 0 0
26 0 8	2 0 0 7
27 0 8	2 0 0 7
28 0 8	2 0 0 7
29 0 8	2 0 0 7
30 0 8	2 0 0 7
31 0 roof	68 0 0 0
31 0 8	2 0 0 7
32 0 8	2 0 0 7
33 0 8	2 0 0 7
34 0 8	2 0 0 7
35 0 8	2 0 0 7
36 0 roof	68 0 0 0
36 0 8	2 0 0 7
37 0 roof	7 15 0 0
37 0 8	8 16 0 0
37 0 7	7 31 0 1
37 0 5	8 40 0 0
37 0 4	8 48 0 0

3703	8 56 0 0
3702	8 64 0 1
380 roof	68 0 0 0
3808	9 17 0 0
3807	9 25 0 0
3806	9 33 0 0
3805	9 40 0 0
3804	9 49 0 0
3803	9 57 0 0
3802	9 65 0 1
390 roof	68 0 0 0
3908	8 16 0 0
3907	8 24 0 0
3906	6 32 0 0
3905	8 40 0 0
3904	8 48 0 0
3903	8 56 0 0
3902	8 64 0 1
400 roof	68 0 0 0
4008	9 17 0 0
4007	9 25 0 0
4006	9 33 0 0
4005	9 40 0 0
4004	9 49 0 0
4003	9 57 0 0
4002	9 65 0 1
410 roof	68 0 0 0
4108	7 15 0 0
4107	7 23 0 0
4106	7 31 0 0
4105	7 39 0 0
4104	7 47 0 0
4103	7 55 0 0
4102	7 63 0 1
420 roof	68 0 0 0
4208	7 15 0 0
4207	7 23 0 0
4206	7 31 0 0
4205	7 39 0 0
4204	7 47 0 0
4203	7 55 0 0
4202	7 63 0 1
430 roof	68 0 0 0
4308	7 15 0 0
4307	7 23 0 0
4306	7 31 0 0

43 0 5	7 39 0 0
43 0 4	7 47 0 0
43 0 3	7 55 0 0
43 0 2	7 63 0 1
44 0 roof	68 0 0 0
44 0 8	7 15 0 0
44 0 7	7 23 0 0
44 0 6	7 31 0 0
44 0 5	7 39 0 0
44 0 4	7 47 0 0
44 0 3	7 55 0 0
44 0 2	7 63 0 1
46 0 roof	68 0 0 0
47 0 roof	68 0 0 0
48 0 roof	68 0 0 0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Location data

1 0 0.000 0.000 0.0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Loading

\$ Response Spectrum Lateral loads

1 13 SRSS 1 0.05

0 90 45

0 0.05

0.25 0.05

0.5 0.05

0.75 0.05

1 0.05

1.25 0.04375

1.5 0.0375

1.75 0.03125

2 0.025

2.25 0.025

2.5 0.025

2.75 0.025

3 0.025

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Load Cases

1 0	1.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	2.17	0.63	0.00
3 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-2.17	-0.63	0.00
4 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	0.63	2.17	0.00
5 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.63	-2.17	0.00

43 0 5	7 39 0 0
43 0 4	7 47 0 0
43 0 3	7 55 0 0
43 0 2	7 63 0 1
44 0 roof	68 0 0 0
44 0 8	7 15 0 0
44 0 7	7 23 0 0
44 0 6	7 31 0 0
44 0 5	7 39 0 0
44 0 4	7 47 0 0
44 0 3	7 55 0 0
44 0 2	7 63 0 1
46 0 roof	68 0 0 0
47 0 roof	68 0 0 0
48 0 roof	68 0 0 0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Frame Location data

1 0 0.000 0.000 0.0

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Loading

\$ Response Spectrum Lateral loads

1 13 SRSS 1 0.05

0 90 45

0 0.05

0.25 0.05

0.5 0.05

0.75 0.05

1 0.05

1.25 0.04375

1.5 0.0375

1.75 0.03125

2 0.025

2.25 0.025

2.5 0.025

2.75 0.025

3 0.025

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ Building Load Cases

1 0	1.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	2.17	0.63	0.00
3 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-2.17	-0.63	0.00
4 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	0.63	2.17	0.00
5 0	1.05	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.63	-2.17	0.00

LAMPIRAN 1

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 200 X 400

DATA :

f_c' (MPa) = 72.4

f_y (MPa) = 390

bw (mm) 300

d (mm) 436

X1 (mm) 208

Y1 (mm) 408

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	oTc (Nmm)	0.5xoVc (N)	AV/S	oTs	AT/S	AVT/s	S (mm)	S ada (mm)	AI1 (mm ²)	tul.long	A tul. Long (mm ²)
B21	tump	0	31982.1	2.90E+06	41417.09	4085079	20708.54528	0.1709402	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
	lap	2.5	10939.6	2.90E+06	19358.93	4085079	9679.466223	0.1709402	0	0	0.17094	1322.685	160	0	0	0
	tump	5	31996.4	2.90E+06	41425.87	4085079	20712.93253	0.1709402	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
B27	tump	0	29620.9	1.46E+05	57030.13	4085079	28515.06518	0.1709402	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
	lap	4.25	255.5	1.46E+05	9415.433	4085079	4707.716353	0	0	0	0	0	160	0	0	0
	tump	8.5	29613.7	1.46E+05	57030.09	4085079	28515.04676	0.1709402	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
B37	tump	0	81998.6	2.92E+05	57066.36	4085079	28533.18106	0.3175798	0	0	0.31758	711.94703	140	0	0	0
	lap	1	617.8	2.92E+05	11312.51	4085079	5656.254348	0	0	0	0	0	160	0	0	0
	tump	2	8209.7	2.92E+05	53516.51	4085079	26758.25598	0	0	0	0	0	140	0	0	0
B41	tump	0	47395.9	5.60E+06	35902.42	4085079	17951.20904	0.1464007	1.51E+06	0.0779	0.3021	748.425	80	285.9937	2D14	307.88
	lap	1..625	31911.3	5.60E+06	27301.82	4085079	13650.91002	0.0587143	1.51E+06	0.0779	0.21441	1054.4991	100	340.0117	3D14	461.81
	tump	3.25	46958.3	5.60E+06	35700.86	4085079	17850.4286	0.1433941	1.51E+06	0.0779	0.29909	755.94843	80	287.3246	2D14	307.88
B47	tump	0	3897	4.32E+04	56725.3	4085079	28362.64909	0	0	0	0	0	140	0	0	0
	lap	1	225	4.32E+04	25436.78	4085079	12718.39153	0	0	0	0	0	160	0	0	0
	tump	2	3889	4.32E+04	56723.75	4085079	28361.873	0	0	0	0	0	140	0	0	0

LAMPIRAN 2

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (PEMASANGAN DAN TOPPING)/ BALOK 200 X 350

DATA :

f_c' (MPa) = 72.43

f_y (MPa) = 390

b_w (mm) = 200

d (mm) = 285.5

X_1 (mm) = 108

Y_1 (mm) = 258

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	V_u (N)	T_u (Nmm)	ϕV_c (N)	$0.5\phi V_c$ (N)	A_v/s	S (mm)	S_{ada} (mm)
B21	TUMP	0	320	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	LAP	1.125	320	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	2.25	690	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	LAP	3.375	320	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	4.5	320	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
B27	TUMP	0	410	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	LAP	1.33	600	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	2.67	700	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	LAP	4	450	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	5.33	700	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	LAP	6.99	600	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	8	410	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140

LAMPIRAN 3

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (PENGANGKATAN)/ BALOK 350 X 350

DATA :

fc' (MPa) = 54.32

fy (MPa)= 390

bw (mm) 350

d (mm) 285.5

X1 (mm) 258

Y1 (mm) 258

D sengkang = 12 mm

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	0.5xVc (N)	AV/S	S (mm)	S ada (mm)
B1		0	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	0.5	3320	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.875	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	3.25	4930	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	LAP	4.625	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	6	3320	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
		6.5	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
B13		0	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	0.5	3850	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	LAP	2.125	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	3.75	5910	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	LAP	5.375	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	7	3850	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140
		7.5	0	0	73648.52124	36824.26062	0.2992	756.0160428	140

LAMPIRAN 3

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (PENGANGKATAN)/ BALOK 200 X 350

DATA :

f_c' (MPa) = 54.32
 f_y (MPa) = 390
 b_w (mm) = 200
 d (mm) = 285.5
 X_1 (mm) = 108
 Y_1 (mm) = 258
 D sengkang = 12 mm

		jarak (M)	V_u (N)	T_u (Nmm)	ϕV_c (N)	$0.5\phi V_c$ (N)	AV/S	S (mm)	S ada (mm)
B21		0	0	0	42084.86928	21042.43464	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	0.5	920	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	LAP	1.5	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	2.5	1250	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	LAP	3.5	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	4.5	920	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
		5	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
B27		0	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	0.5	140	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	LAP	2.25	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	4	2580	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	LAP	5.75	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
	TUMP	7.5	1740	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140
		8	0	0	52071.73406	26035.86703	0.1709	1323.581042	140

LAMPIRAN 2

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (PEMASANGAN DAN TOPPING)/ BALOK 350 X 350

DATA :

fc' (MPa) = 72.43

fy (MPa)= 390

bw (mm) 350

d (mm) 285.5

X1 (mm) 258

Y1 (mm) 258

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	oTc* (Nmm)	oTc (Nmm)	0.5xoVc (N)	AV/S	S (mm)	S ada (mm)
B1	TUMP	0	6510	1.11E+06	73763.1465	18868172.57	9480151.158	36881.57325	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.083	2160	1.11E+06	34437.75138	18868172.57	9480151.158	17218.87569	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.167	9820	1.11E+06	85105.45518	18868172.57	9480151.158	42552.72759	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.25	500	1.11E+06	8472.518373	18868172.57	9480151.158	4236.259187	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	4.33	9820	1.11E+06	85105.45518	18868172.57	9480151.158	42552.72759	0.2992	756.0160428	140
	LAP	5.42	2160	1.11E+06	34437.75138	18868172.57	9480151.158	17218.87569	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	6.5	6510	1.11E+06	73763.1465	18868172.57	9480151.158	36881.57325	0.2992	756.0160428	140
B3	TUMP	0	350	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.25	650	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.5	650	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.75	500	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	5	650	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	LAP	6.25	650	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	7.5	350	0	98910.49838	0	9480151.158	0	0.2992	756.0160428	140

LAMPIRAN 2

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	oTc* (Nmm)	oTc (Nmm)	0.5 x Vc (N)	Av/s	S (mm)	S ada (mm)
B8	TUMP	0	11580	1.89E+06	75223.32366	18868172.57	9480151.158	3.76E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.25	3420	1.89E+06	32334.89514	18868172.57	9480151.158	1.62E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.5	17400	1.89E+06	85997.52803	18868172.57	9480151.158	4.30E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.75	500	1.89E+06	4995.78213	18868172.57	9480151.158	2.50E+03	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	5	17400	1.89E+06	85997.52803	18868172.57	9480151.158	4.30E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	6.25	3420	1.89E+06	32334.89514	18868172.57	9480151.158	1.62E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	7.5	11580	1.89E+06	75223.32366	18868172.57	9480151.158	3.76E+04	0.2992	756.0160428	140
B7	TUMP	0	15200	7.80E+05	95514.89951	18868172.56	9480151.158	4.78E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.083	4290	7.80E+05	71598.23363	18868172.57	9480151.158	3.58E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.167	22780	7.80E+05	97354.61569	18868172.56	9480151.158	4.87E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.25	500	7.80E+05	12005.55647	18868172.57	9480151.158	6.00E+03	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	4.33	22780	7.80E+05	97354.61569	18868172.56	9480151.158	4.87E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	5.42	3280	7.80E+05	61890.95674	18868172.57	9480151.158	3.09E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	6.5	15200	7.80E+05	95514.89951	18868172.56	9480151.158	4.78E+04	0.2992	756.0160428	140
B13	TUMP	0	17470	7.80E+05	96307.75936	18868172.56	9480151.158	4.82E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.25	4860	7.80E+05	75686.32494	18868172.57	9480151.158	3.78E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.5	26190	7.80E+05	97726.62943	18868172.56	9480151.158	4.89E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.75	500	7.80E+05	12005.55647	18868172.57	9480151.158	6.00E+03	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	5	26190	7.80E+05	97726.62943	18868172.56	9480151.158	4.89E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	6.25	4860	7.80E+05	75686.32494	18868172.57	9480151.158	3.78E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	7.5	17470	7.80E+05	96307.75936	18868172.56	9480151.158	4.82E+04	0.2992	756.0160428	140
B6	TUMP	0	2030	7.80E+05	43983.42092	18868172.57	9480151.158	2.20E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1	3020	7.80E+05	58763.38755	18868172.57	9480151.158	2.94E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2	19880	7.80E+05	96882.46623	18868172.56	9480151.158	4.84E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.25	2440	7.80E+05	50685.07289	18868172.57	9480151.158	2.53E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	4.5	23770	7.80E+05	97478.77761	18868172.56	9480151.158	4.87E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	5.5	4460	7.80E+05	72907.61815	18868172.57	9480151.158	3.65E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	6.5	12600	7.80E+05	94080.61958	18868172.56	9480151.158	4.70E+04	0.2992	756.0160428	140

LAMPIRAN 2

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	oTc* (Nmm)	oTc (Nmm)	0.5 x Vc (N)	Av/s	S (mm)	S ada (mm)
B10	TUMP	0	12600	7.80E+05	94080.61958	18868172.56	9480151.158	4.70E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1	4460	7.80E+05	72907.61815	18868172.57	9480151.158	3.65E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2	23770	7.80E+05	97478.77761	18868172.56	9480151.158	4.87E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.25	2440	7.80E+05	50685.07289	18868172.57	9480151.158	2.53E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	4.5	19880	7.80E+05	96882.46623	18868172.56	9480151.158	4.84E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	5.5	3020	7.80E+05	58763.38755	18868172.57	9480151.158	2.94E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	6.5	2030	7.80E+05	43983.42092	18868172.57	9480151.158	2.20E+04	0.2992	756.0160428	140
B18	TUMP	0	7440	1.89E+06	59473.74278	18868172.57	9480151.158	2.97E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	1.25	2400	1.89E+06	23332.77489	18868172.57	9480151.158	1.17E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	2.5	11230	1.89E+06	74239.13331	18868172.57	9480151.158	3.71E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	3.75	500	1.89E+06	4995.78213	18868172.57	9480151.158	2.50E+03	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	5	11230	1.89E+06	74239.13331	18868172.57	9480151.158	3.71E+04	0.2992	756.0160428	140
	LAP	6.25	2400	1.89E+06	23332.77489	18868172.57	9480151.158	1.17E+04	0.2992	756.0160428	140
	TUMP	7.5	7450	1.89E+06	59524.74207	18868172.57	9480151.158	2.98E+04	0.2992	756.0160428	140

LAMPIRAN 1

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 350 X 550

DATA :

 f_c' (MPa) = 72.4 f_y (MPa) = 390

bw (mm) 250

d (mm) 486

X1 (mm) 158

Y1 (mm) 508

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	ϕT_c (Nmm)	ϕV_c (N)	$0.5\phi V_c$ (N)	ϕT_s (Nmm)	AV/S	AT/S	AVT/s	S (mm)	S ada (mm)
B1	tump	0	90000	13000	14138204	103297.2	51648.59238	0	0.213675	0	0.21368	1058.148	200
	lap	3.5	3700	13000	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	7	91000	13000	14138204	103297.2	51648.59238	0	0.213675	0	0.21368	1058.148	200
B6	tump	0	245730	1.57E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.018658	0	1.01866	221.95873	200
	lap	3.5	152744	1.57E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	0.353636	0	0.35364	639.35779	240
	tump	7	245730	1.57E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.018658	0	1.01866	221.95873	200
B10	tump	0	250071	1.18E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.049704	0	1.0497	215.39405	200
	lap	3.5	11370.2	1.18E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	7	251117.3	1.18E+06	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.057187	0	1.05719	213.86945	200
B7	tump	0	245050.5	1.15E+05	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.013798	0	1.0138	223.0227	200
	lap	3.5	2231.5	1.15E+05	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	7	245051	1.15E+05	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.013802	0	1.0138	223.02191	200
B8	tump	0	262812.9	3.00E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.140832	0	1.14083	198.18866	180
	lap	4	154.9	3.00E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	8	262825	3.00E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.140919	0	1.14092	198.17363	180
B13	tump	0	275417.1	1.80E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.230975	0	1.23098	183.67547	160
	lap	4	141.7	1.80E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	8	275430.9	1.80E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	1.231074	0	1.23107	183.66075	160

LAMPIRAN 1

		jarak (m)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc (Nmm)	oVC (N)	0.5xoVc (N)	oTs (Nmm)	AV/S	AT/S	AVT/s	S (mm)	S ada (mm)
B18	tump	0	122444.8	1.90E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	0.136941	0	0.13694	1651.078	200
	lap	4	148.2	1.90E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	0	0	0	0	240
	tump	8	122496.2	1.90E+03	14138204	103297.2	51648.59238	0	0.137308	0	0.13731	1646.6577	200

LAMPIRAN BALOK II

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 350 X 550

DATA :

fc' (MPa) 72.4
fy (MPa) 390
bw (mm) 350
d (mm) 486
X1 (mm) 258
Y1 (mm) 458
D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

	jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	oTc (Nmm)	oTs (Nmm)	AT/S	oVc (N)	0.5XoVc (N)	oVS (N)	AV/S	AVT/S	S perlu (mm)	S ada (mm)	AL perlu (mm2)	tul. long	A ada (mm2)
B21 tump	0	132280	2.91E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
lap	2.5	125020	2.91E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
tump	5	126680	2.91E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
B31 tump	0	123070	2.63E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
lap	2.5	124010	2.63E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
tump	5	131280	2.63E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
B27 tump	0	67890	6.60E+05	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
lap	4.25	55490	6.60E+05	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
tump	8.5	68360	6.60E+05	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
B41 tump	0	366050	2.57E+07	17202013	9E+06	1.64E+07	0.47	132231	66115.39	2E+05	2.0581	3.00291	75.3269	50	410.559	3D16	603.19
lap	1.625	360280	2.57E+07	17202013	9E+06	1.63E+07	0.47	131882	65941.1	2E+05	2.0104	2.94807	76.7283	50	417.054	3D16	603.19
tump	3.25	362650	2.57E+07	17202013	9E+06	1.64E+07	0.47	132027	66013.53	2E+05	2.03	2.9706	76.1463	50	414.37	3D16	603.19
B37 tump	0	232580	2.40E+07	17202013	1E+07	1.15E+07	0.33	121322	60660.98	1E+05	0.9793	1.63803	138.092	100	573.815	3D16	603.19
lap	1	230000	2.40E+07	17202013	1E+07	1.14E+07	0.33	120919	60459.31	1E+05	0.9602	1.61324	140.215	120	578.759	3D16	603.19
tump	2	232940	2.40E+07	17202013	1E+07	1.15E+07	0.33	121377	60688.75	1E+05	0.982	1.64149	137.801	100	573.131	3D16	603.19

LAMPIRAN BALOK II

	jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	oTc (Nmm)	oTs (Nmm)	AT/S	oVc (N)	0.5XoVc (N)	oVS (N)	AV/S	AVT/S	S perlu (mm)	S ada (mm)	AL perlu (mm2)	tul. long	A ada (mm2)
B47 tump	0	114980	2.37E+07	17202013	2E+07	5.52E+06	0.16	88234.8	44117.39	26745	0.2354	0.55283	409.165	220	882.16	5D16	1005.31
lap	1	113950	2.37E+07	17202013	2E+07	5.46E+06	0.16	87736.1	43868.06	26214	0.2307	0.54467	415.294	220	886.011	5D16	1005.31
tump	2	115560	2.37E+07	17202013	2E+07	5.56E+06	0.16	88513.4	44256.69	27047	0.2381	0.55745	405.779	220	880.004	5D16	1005.31

LAMPIRAN BALOK II

DESAIN BALOK TERHADAP GESER

LANTAI : 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 (TIPIKAL)

		jarak	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc*
		(M)			(Nmm)
B21	tump	0	201720	5.90E+06	1720201
	lap	2.5	194450	5.90E+06	1720201
	tump	5	172660	5.90E+06	1720201
B31	tump	0	162850	6.03E+06	1720201
	lap	2.5	167900	6.03E+06	1720201
	tump	5	175170	6.03E+06	1720201
B27	tump	0	101320	4.40E+06	1720201
	lap	4.25	88470	4.40E+06	1720201
	tump	8.5	100710	4.40E+06	1720201
B41	tump	0	478720	2.05E+07	1720201
	lap	1.625	495540	2.05E+07	1720201
	tump	3.25	501140	2.05E+07	1720201
B37	tump	0	37750	2.78E+06	1720201
	lap	1	39530	2.78E+06	1720201
	tump	2	42400	2.78E+06	1720201
B47	tump	0	17820	2.40E+06	1720201
	lap	1	16210	2.40E+06	1720201
	tump	2	17740	2.40E+06	1720201

LAMPIRAN BALOK II

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 350 X 550

LANTAI :10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 (TIPIKAL)

		jarak	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc*	oTc	oTs	AT/S	oVc	0.5XoVc	oVS	AV/S	AVT/S	S perlu	S ada	AL perlu	tul. long	A ada
		(M)			(Nmm)	(Nmm)	(Nmm)		(N)	(N)	(N)			(mm)	(mm)	(mm2)		(mm2)
B21	tump	0	332770	1.18E+07	17202013	-	-	0	144616	72308.03	2E+05	1.6562	1.65618	136.579	100	-	-	-
	lap	2.5	325510	1.18E+07	17202013	-	-	0	144616	72308.03	2E+05	1.5923	1.59228	142.061	120	-	-	-
	tump	5	303720	1.18E+07	17202013	-	-	0	144616	72308.03	2E+05	1.4005	1.40048	161.516	140	-	-	-
B31	tump	0	236490	5.23E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	91874	0.8087	0.8087	279.708	220	-	-	-
	lap	2.5	236060	5.23E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	91444	0.8049	0.80491	281.024	220	-	-	-
	tump	5	243320	5.23E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	98704	0.8688	0.86882	260.353	220	-	-	-
B27	tump	0	121520	5.76E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	lap	4.25	106600	5.76E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	tump	8.5	121540	5.76E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
B41	tump	0	660930	2.47E+07	17202013	5E+06	1.95E+07	0.56	140755	70377.58	5E+05	4.5787	5.69793	39.6986	25	183.004	2D16	402.12
	lap	1.625	677720	2.47E+07	17202013	5E+06	1.96E+07	0.56	140937	70468.47	5E+05	4.7249	5.85124	38.6585	25	175.296	2D16	402.12
	tump	3.25	683320	2.47E+07	17202013	5E+06	1.96E+07	0.56	140995	70497.38	5E+05	4.7737	5.90233	38.3239	25	172.791	2D16	402.12
B37	tump	0	86700	9.64E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	lap	1	83840	9.64E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	tump	2	83980	9.64E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
B47	tump	0	50250	9.00E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	lap	1	48650	9.00E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-
	tump	2	50250	9.00E+06	17202013	-	-	0	144616	72308.03	-	0.2991	0.29915	756.154	220	-	-	-

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 350 X 550														
DATA:														
Fc' (MPa)=		72.43												
FY (MPa)=		480												
d (mm)		485.5												
Ec (MPa)=		35155.1												
m =		7.796574												
rho max =		0.0463												
rho min =		0.00397												
Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B1	TUMP	0	1.51E+08	188800125	3.20394	0.00686	832.417	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
	LAP	3.5	5.66E+07	70709875	1.19995	0.00252	674.602	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
	TUMP	7	1.01E+08	125837500	2.13546	0.00453	549.687	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
B6	TUMP	0	2.68E+08	334412500	5.67498	0.01242	1508.04	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
	LAP	3.5	1.57E+08	196787500	3.33948	0.00716	1216.14	1472.6	32.804	331585495.2	50.4677	0.02586007	ok	3D25
	TUMP	7	2.66E+08	332225000	5.63785	0.01234	1497.65	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
B10	TUMP	0	2.67E+08	334137500	5.67031	0.01241	1506.74	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
	LAP	3.5	1.54E+08	192912500	3.27372	0.00701	1191.5	1472.6	32.804	331585495.2	50.4677	0.02586007	ok	3D25
	TUMP	7	2.66E+08	331925000	5.63276	0.01233	1496.23	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
B7	TUMP	0	2.74E+08	342875000	5.81858	0.01276	1548.31	1472.6	32.804	331585495.2	50.4677	0.02586007	ok	3D25
	LAP	3.5	1.26E+08	157487500	2.67256	0.00569	967.593	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
	TUMP	7	2.71E+08	338575000	5.74561	0.01259	1527.83	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
B8	TUMP	0	3.21E+08	401550000	6.8143	0.01508	1830.74	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
	LAP	4	1.73E+08	216100000	3.66721	0.00788	1339.39	1472.6	32.804	331585495.2	50.4677	0.02586007	ok	3D25
	TUMP	8	3.21E+08	401637500	6.81578	0.01509	1831.17	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
B13	TUMP	0	3.35E+08	418675000	7.10491	0.01577	1914.27	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
	LAP	4	1.81E+08	226762500	3.84816	0.00828	1407.75	1472.6	32.804	331585495.2	50.4677	0.02586007	ok	3D25
	TUMP	8	3.35E+08	418812500	7.10724	0.01578	1914.95	1963.5	43.739	436962576.2	67.2904	0.01864498	ok	4D25
B18	TUMP	0	1.46E+08	182425000	3.09575	0.00662	886.298	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
	LAP	4	8.42E+07	105300000	1.78694	0.00378	674.602	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25
	TUMP	8	1.46E+08	182837500	3.10275	0.00664	888.356	981.75	21.869	223634154.1	33.6452	0.04028996	ok	2D25

LAMPIRAN 1

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/ BALOK 200 X 400

DATA:

F_c' (MPa)= 72.43
 F_y (MPa)= 390
 d (mm) 335.5
 E_c (MPa)= 35155.1
 $m = 7.796574$
 $\rho_{\max} = 0.0463$
 $\rho_{\min} = 0.00397$

Balok		Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B21	TUMP	0	4.72E+07	58968750	2.61943	0.00558	0.00558	374.315	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	2.5	8.80E+06	11002500	0.48874	0.00102	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	5	2.17E+07	27075000	1.20269	0.00253	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B31	TUMP	0	2.17E+07	27062500	1.20213	0.00253	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	2.5	8.80E+06	11002500	0.48874	0.00102	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	5	4.72E+07	58981250	2.61999	0.00558	0.00558	374.396	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B27	TUMP	0	3.74E+07	46687500	2.07389	0.0044	0.0044	294.967	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	4.25	2.24E+07	28050000	1.246	0.00262	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	8.5	3.74E+07	46737500	2.07611	0.0044	0.0044	295.289	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B37	TUMP	0	3.14E+06	3925000	0.17435	0.00036	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	1	5.21E+06	6512500	0.28929	0.0006	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	2	1.57E+06	1962500	0.08718	0.00018	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B41	TUMP	0	3.60E+07	44950000	1.99671	0.00423	0.00423	283.803	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	1.625	3.49E+05	436250	0.01938	4E-05	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	3.25	5.87E+07	73312500	3.25659	0.00697	0.00697	467.967	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B43	TUMP	0	5.66E+07	70712500	3.1411	0.00672	0.00672	450.911	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	1.625	3.50E+05	437500	0.01943	4E-05	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	3.25	3.60E+07	44950000	1.99671	0.00423	0.00423	283.803	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
B47	TUMP	0	6.36E+05	795000	0.03531	7.4E-05	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	LAP	1	1.34E+06	1677250	0.0745	0.00016	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16
	TUMP	2	3.44E+05	430000	0.0191	4E-05	0.00397	266.387	402.12	8.9576	92845557.99	13.7809	0.10268963	ok	2D16

LAMPIRAN 2

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (PEMASANGAN DAN TOPPING)

DATA:

Fc' (MPa)= 65.19

FY (MPa)= 480

d (mm) 335.5

Ec (MPa)= 35155

m = 8.662

rho max = 0.0417

rho min = 0.0038

Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B1 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.083	3.00E+06	3750000	0.083289	0.000174	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	2.167	3.59E+06	4487500	0.099669	0.000208	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.25	1.11E+06	1387500	0.030817	6.42E-05	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	4.43	3.59E+06	4487500	0.099669	0.000208	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	5.42	2.99E+06	3737500	0.083011	0.000173	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	6.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B3 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.25	3.90E+05	487500	0.010828	2.26E-05	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2.5	3.20E+05	400000	0.008884	1.85E-05	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.75	2.30E+05	287500	0.006385	1.33E-05	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	5	3.20E+05	400000	0.008884	1.85E-05	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	6.25	3.90E+05	487500	0.010828	2.26E-05	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	7.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B8 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.25	5.99E+06	7487500	0.1663	0.000347	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2.5	7.28E+06	9100000	0.202114	0.000422	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.75	2.09E+06	2612500	0.058024	0.000121	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	5	7.28E+06	9100000	0.202114	0.000422	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	6.25	5.99E+06	7487500	0.1663	0.000347	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	7.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16

LAMPIRAN 2

Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B7 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.083	6.77E+06	8462500	0.296632	0.00062	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	2.167	8.20E+06	10250000	0.359289	0.000751	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.25	2.36E+06	2950000	0.103405	0.000216	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	4.43	8.20E+06	10250000	0.359289	0.000751	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	5.42	6.77E+06	8462500	0.296632	0.00062	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	6.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B13 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.25	8.95E+06	11187500	0.392151	0.00082	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2.5	1.09E+07	13637500	0.478029	0.001	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.75	3.05E+06	3812500	0.133638	0.000279	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	5	1.09E+07	13637500	0.478029	0.001	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	6.25	8.95E+06	11187500	0.392151	0.00082	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	7.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B6 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1	2.02E+06	2525000	0.088508	0.000185	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2	5.06E+06	6325000	0.221707	0.000463	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.25	6.52E+06	8150000	0.285678	0.000597	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	4.5	9.93E+06	12412500	0.43509	0.00091	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	5.5	4.65E+06	5812500	0.203743	0.000425	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	6.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B10 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1	4.65E+06	5812500	0.203743	0.000425	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2	9.93E+06	12412500	0.43509	0.00091	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.25	6.52E+06	8150000	0.285678	0.000597	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	4.5	5.06E+06	6325000	0.221707	0.000463	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	5.5	2.02E+06	2525000	0.088508	0.000185	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	6.5	-0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
B18 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	1.25	3.92E+06	4900000	0.171758	0.000358	0.003768	376.5174	1472.62	31.89129	2.26E+08	49.06352	0.017514	ok	3D25
TUMP	2.5	4.74E+06	5925000	0.207686	0.000433	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	3.75	1.42E+06	1775000	0.062218	0.00013	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	5	4.74E+06	5925000	0.207686	0.000433	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16
LAP	6.25	3.92E+06	4900000	0.171758	0.000358	0.003768	376.5174	981.75	21.26093	1.53E+08	32.70912	0.027771	ok	2D25
TUMP	7.5	0	0	0	0	0.003768	376.5174	402.12	8.708373	63916970	13.3975	0.072126	ok	2D16

LAMPIRAN 2

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (PEMASANGAN DAN TOPPING)

DATA:

Fc' (MPa)= 65.19

FY (MPa)= 480

d (mm) 285.5

Ec (MPa)= 35155

m = 8.662

rho max = 0.0417

rho min = 0.0038

Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B21 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
LAP	1.125	3.60E+05	450000	0.027604	5.75E-05	0.003768	215.1528	402.12	11.61116	63636825	17.86333	0.053344	ok	2D16
TUMP	2.25	4.20E+05	525000	0.032205	6.71E-05	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
LAP	3.575	3.60E+05	450000	0.027604	5.75E-05	0.003768	215.1528	402.12	11.61116	63636825	17.86333	0.053344	ok	2D16
TUMP	4.5	0	0	0	0	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
B27 TUMP	0	0	0	0	0	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
LAP	1.33	4.60E+05	575000	0.035272	7.35E-05	0.003768	215.1528	402.12	11.61116	63636825	17.86333	0.053344	ok	2D16
TUMP	2.67	3.70E+05	462500	0.028371	5.91E-05	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
LAP	4	2.50E+05	312500	0.019169	3.99E-05	0.003768	215.1528	402.12	11.61116	63636825	17.86333	0.053344	ok	2D16
TUMP	5.33	3.70E+05	462500	0.028371	5.91E-05	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14
LAP	6.65	4.20E+05	525000	0.032205	6.71E-05	0.003768	215.1528	402.12	11.61116	63636825	17.86333	0.053344	ok	2D16
TUMP	8	0	0	0	0	0.003768	215.1528	307.88	8.889996	48924103	13.67692	0.070591	ok	2D14

LAMPIRAN 3

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (PENGANGKATAN)

DATA:

F_c' (MPa)= 54.32
 F_y (MPa)= 480
 d (mm) 335.5
 E_c (MPa)= 35155.1
 m = 10.4
 ρ_{max} = 0.03474
 ρ_{min} = 0.00344

Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.	
B1	0	0	0	0	0	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16	
	TUMP	0.5	3.80E+05	475000	0.01055	2.2E-05	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	LAP	1.875	1.46E+06	1825000	0.04053	8.4E-05	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
	TUMP	3.25	2.60E+06	3250000	0.07218	0.00015	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	LAP	4.625	1.46E+06	1825000	0.04053	8.4E-05	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
	TUMP	6	3.80E+05	475000	0.01055	2.2E-05	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	6.5	0	0	0	0	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16	
	0	0	0	0	0	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16	
	TUMP	0.5	3.80E+05	475000	0.01055	2.2E-05	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	LAP	2.125	2.09E+06	2612500	0.05802	0.00012	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
B3	TUMP	3.75	3.72E+06	4650000	0.10328	0.00022	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	LAP	5.375	2.09E+06	2612500	0.05802	0.00012	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
	TUMP	7	3.80E+05	475000	0.01055	2.2E-05	0.00344	343.742	981.75	25.51546	152089066.4	39.25456	0.0226	ok	2D25
	7.5	0	0	0	0	0.00344	343.742	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16	

LAMPIRAN 3

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (PENGANGKATAN)

DATA:

Fc' (MPa)= 54.32
FY (MPa)= 480
d (mm) 235.5
Ec (MPa)= 35155.1
m = 10.4
rho max = 0.03474
rho min = 0.00344

Balok	Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL.
B21	0	0	0	0	0	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	0.5	1.40E+05	175000	0.01073	2.2E-05	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
LAP	1.5	2.60E+05	325000	0.01994	4.2E-05	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	2.5	4.70E+05	587500	0.03604	7.5E-05	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
LAP	3.5	2.60E+05	325000	0.01994	4.2E-05	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	4.5	1.40E+05	175000	0.01073	2.2E-05	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
	5	0	0	0	0	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
B27	0	0	0	0	0	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	0.5	1.40E+05	175000	0.01073	2.2E-05	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
LAP	2.25	7.80E+05	975000	0.05981	0.00012	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	4	1.85E+06	2312500	0.14185	0.0003	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
LAP	5.75	1.25E+06	1562500	0.09585	0.0002	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14
TUMP	7.5	1.40E+05	175000	0.01073	2.2E-05	0.00344	196.424	402.12	10.45101	63748790.44	16.07848	0.0596	ok	2D16
	8	0	0	0	0	0.00344	196.424	307.88	8.001733	48989737.57	12.31036	0.0788	ok	2D14

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 350 X 550

DATA:

F_c' (MPa)= 72.43
 F_y (MPa)= 480
 d (mm) 485.5
 E_c (MPa)= 35155
 m = 7.7966
 $\rho_{ho \max}$ = 0.0348
 $\rho_{ho \min}$ = 0.004

LANTAI : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	ρ_{ho} (-)	ρ_{ho} (+)	ρ_{ho} perlu (-)	ρ_{ho} perlu (+)	A perlu(-) (mm ²)	A perlu(+) (mm ²)	tul. (-)	tul (+)
B21 TUMI	0	2.83E+08	2.62E+08	3.54E+08	3.3E+08	4.2923	3.9769	0.009	0.0086	0.0093	0.00857	1576.556	1119.879	4D25	3D25
LAP	2.5	1.39E+08	1.49E+08	1.73E+08	1.9E+08	2.0994	2.2508	0.004	0.0048	0.0045	0.00478	756.3437	624.2665	2D25	2D25
TUMI	5	2.42E+08	2.47E+08	3.03E+08	3.1E+08	3.6702	3.7364	0.008	0.008	0.0079	0.00804	1340.519	1049.899	3D25	3D25
B31 TUMI	0	2.40E+08	2.44E+08	3.01E+08	3.1E+08	3.6439	3.7004	0.008	0.008	0.0078	0.00796	1330.577	1039.431	3D25	3D25
LAP	2.5	1.43E+08	1.43E+08	1.79E+08	1.8E+08	2.1723	2.1735	0.005	0.0046	0.0046	0.00461	783.0885	602.4344	2D25	2D25
TUMI	5	2.82E+08	2.55E+08	3.53E+08	3.2E+08	4.2795	3.8625	0.009	0.0083	0.0092	0.00832	1571.642	1086.547	4D25	3D25
B27 TUMI	0	2.00E+08	1.38E+08	2.51E+08	1.7E+08	3.0376	2.0894	0.006	0.0044	0.0065	0.00443	1103.276	578.7094	3D25	2D25
LAP	4.25	7.85E+07	9.16E+07	98162500	1.1E+08	1.1899	1.3876	0.003	0.0029	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	8.5	2.02E+08	1.36E+08	2.53E+08	1.7E+08	3.0658	2.0611	0.007	0.0044	0.0066	0.00437	1113.788	570.7234	3D25	2D25
B41 TUMI	0	5.75E+08	5.09E+08	7.18E+08	6.4E+08	8.7067	7.7082	0.02	0.0172	0.0196	0.01721	3337.842	2248.982	7D25	5D25
LAP	1.625	3.13E+08	3.03E+08	3.91E+08	3.8E+08	4.7384	4.5955	0.01	0.01	0.0103	0.00996	1747.505	1301.379	4D25	3D25
TUMI	3.25	5.69E+08	5.10E+08	7.12E+08	6.4E+08	8.6259	7.721	0.019	0.0172	0.0194	0.01724	3304.113	2253.031	7D25	5D25
B37 TUMI	0	1.95E+08	2.02E+08	2.44E+08	2.5E+08	2.9547	3.0543	0.006	0.0065	0.0063	0.00653	1072.394	853.0537	3D25	2D25
LAP	1	9.88E+07	1.07E+08	1.23E+08	1.3E+08	1.4962	1.6203	0.003	0.0034	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	1.96E+08	2.01E+08	2.44E+08	2.5E+08	2.9628	3.0496	0.006	0.0065	0.0063	0.00652	1075.385	851.7067	3D25	2D25
B47 TUMI	0	9.51E+07	9.54E+07	1.19E+08	1.2E+08	1.4414	1.445	0.003	0.003	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
LAP	1	4.68E+07	4.87E+07	58550000	6.1E+07	0.7097	0.7371	0.001	0.0015	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	9.53E+07	9.49E+07	1.19E+08	1.2E+08	1.4443	1.4376	0.003	0.003	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 350 X 550

LANTAI : 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn(Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul (+)
B21 TUMI	0	7.46E+08	5.00E+08	9.32E+08	6.3E+08	11.302	7.5794	0.026	0.0169	0.0262	0.0169	4456.623	2208.549	10D25	5D25
LAP	2.5	4.55E+08	3.41E+08	5.69E+08	4.3E+08	6.8997	5.1622	0.015	0.0112	0.0153	0.01125	2597.315	1469.523	6D25	3D25
TUMI	5	5.59E+08	6.86E+08	6.98E+08	8.6E+08	8.4626	10.4	0.019	0.0239	0.019	0.02389	3236.083	3121.384	7D25	7D25
B31 TUMI	0	4.75E+08	4.96E+08	5.93E+08	6.2E+08	7.1929	7.5136	0.016	0.0167	0.016	0.01675	2715.513	2187.948	6D25	5D25
LAP	2.5	2.85E+08	2.87E+08	3.56E+08	3.6E+08	4.3154	4.3439	0.009	0.0094	0.0093	0.00939	1585.347	1227.287	4D25	3D25
TUMI	5	5.61E+08	5.24E+08	7.02E+08	6.6E+08	8.5061	7.9417	0.019	0.0178	0.0192	0.01778	3254.171	2322.573	7D25	5D25
B27 TUMI	0	4.10E+08	3.56E+08	5.12E+08	4.5E+08	6.205	5.3949	0.014	0.0118	0.0137	0.01178	2320.109	1539.117	4D25	4D25
LAP	4.25	1.79E+08	2.03E+08	2.24E+08	2.5E+08	2.7187	3.0817	0.006	0.0066	0.0058	0.00659	984.686	860.9207	3D25	2D25
TUMI	8.5	4.10E+08	3.56E+08	5.12E+08	4.5E+08	6.2062	5.3943	0.014	0.0118	0.0137	0.01178	2320.589	1538.936	5D25	4D25
B41 TUMI	0	5.51E+08	7.70E+08	6.89E+08	9.6E+08	8.355	11.661	0.019	0.0272	0.0188	0.02717	3191.413	3549.942	7D25	8D25
LAP	1.625	4.72E+08	3.78E+08	5.89E+08	4.7E+08	7.1451	5.733	0.016	0.0126	0.0159	0.01256	2696.221	1640.771	6D25	4D25
TUMI	3.25	8.45E+08	8.07E+08	1.06E+09	1E+09	12.799	12.224	0.03	0.0287	0.0302	0.02867	5136.389	3745.998	11D25	8D25
B37 TUMI	0	6.72E+07	6.79E+07	83962500	8.5E+07	1.0177	1.0282	0.002	0.0022	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
LAP	1	4.45E+07	4.83E+07	55575000	6E+07	0.6736	0.7323	0.001	0.0015	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	6.52E+07	7.05E+07	81462500	8.8E+07	0.9874	1.068	0.002	0.0022	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
B47 TUMI	0	4.03E+07	3.73E+07	50387500	4.7E+07	0.6108	0.5646	0.001	0.0012	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
LAP	1	1.93E+07	2.07E+07	24137500	2.6E+07	0.2926	0.3133	6E-04	0.0007	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	3.77E+07	3.30E+07	47150000	4.1E+07	0.5715	0.4994	0.001	0.001	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 350 X 550

LANTAI :18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,25 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn(Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul (+)
B21 TUMI	0	4.33E+08	3.38E+08	5.41E+08	4.2E+08	6.5556	5.1205	0.014	0.0112	0.0145	0.01115	2459.515	1457.097	6D25	3D25
LAP	2.5	2.15E+08	2.12E+08	2.69E+08	2.6E+08	3.2613	3.2094	0.007	0.0069	0.007	0.00687	1186.837	897.6123	3D25	2D25
TUMI	5	3.11E+08	4.10E+08	3.89E+08	5.1E+08	4.7102	6.2125	0.01	0.0137	0.0102	0.01367	1736.662	1786.167	4D25	4D25
B31 TUMI	0	3.20E+08	3.39E+08	4.01E+08	4.2E+08	4.8546	5.1389	0.011	0.0112	0.0105	0.01119	1792.283	1462.563	4D25	3D25
LAP	2.5	1.91E+08	1.92E+08	2.38E+08	2.4E+08	2.8902	2.9161	0.006	0.0062	0.0062	0.00623	1048.376	813.4736	3D25	2D25
TUMI	5	3.84E+08	3.39E+08	4.8E+08	4.2E+08	5.8143	5.129	0.013	0.0112	0.0127	0.01117	2165.964	1459.626	5D25	3D25
B27 TUMI	0	3.26E+08	2.75E+08	4.08E+08	3.4E+08	4.9433	4.1655	0.011	0.009	0.0107	0.00899	1826.502	1174.999	4D25	3D25
LAP	4.25	1.37E+08	1.65E+08	1.71E+08	2.1E+08	2.0685	2.5067	0.004	0.0053	0.0044	0.00533	745.011	696.7813	2D25	2D25
TUMI	8.5	3.24E+08	2.78E+08	4.04E+08	3.5E+08	4.9016	4.2073	0.011	0.0091	0.0107	0.00909	1810.409	1187.244	4D25	3D25
B41 TUMI	0	7.22E+08	6.10E+08	9.03E+08	7.6E+08	10.945	9.2399	0.025	0.021	0.0253	0.02096	4298.621	2738.783	6D25	6D25
LAP	1.625	3.98E+08	2.67E+08	4.97E+08	3.3E+08	6.0256	4.0413	0.013	0.0087	0.0132	0.00872	2249.164	1138.673	3D25	3D25
TUMI	3.25	7.87E+08	5.53E+08	9.83E+08	6.9E+08	11.917	8.3782	0.028	0.0188	0.0279	0.01884	4732.706	2461.172	6D25	6D25
B37 TUMI	0	2.38E+07	3.53E+07	29800000	4.4E+07	0.3612	0.535	8E-04	0.0011	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
LAP	1	1.02E+07	2.13E+07	12712500	2.7E+07	0.1541	0.3226	3E-04	0.0007	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	2.74E+07	2.99E+07	34225000	3.7E+07	0.4149	0.4523	9E-04	0.0009	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
B47 TUMI	0	1.27E+07	1.21E+07	15812500	1.5E+07	0.1917	0.1833	4E-04	0.0004	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
LAP	1	5.40E+06	6.99E+06	6750000	8737500	0.0818	0.1059	2E-04	0.0002	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25
TUMI	2	1.26E+07	1.22E+07	15737500	1.5E+07	0.1908	0.1845	4E-04	0.0004	0.004	0.00397	674.6023	518.6805	2D25	2D25

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 500 X700

DATA:

Fc' (MPa)= 35

FY (MPa)= 480

d (mm) 635.5

Ec (MPa)= 27805.6

m = 16.1344

rho max = 0.0209

rho min = 2.92E-03

LANTAI : 2-9 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul. (+)
B1 TUMP	0	6.13E+08	4.31E+08	7.67E+08	5.39E+08	4.746	2.6677	0.0108	0.0058	0.0108	0.00583	2754.12	1853.15	6D25	4D25
LAP	3.5	2.58E+08	2.83E+08	3.23E+08	3.54E+08	1.9969	1.7541	0.0043	0.0038	0.0043	0.00377	1095.62	1197.57	3D25	3D25
TUMP	7	6.15E+08	4.28E+08	7.69E+08	5.35E+08	4.76147	2.6474	0.0109	0.0058	0.0109	0.00579	2764.06	1838.31	6D25	4D25
B3 TUMP	0	4.56E+08	3.42E+08	5.69E+08	4.28E+08	3.52489	2.1201	0.0078	0.0046	0.0078	0.00459	1992.75	1457.39	5D25	3D25
LAP	4	1.96E+08	2.04E+08	2.45E+08	2.55E+08	1.51731	1.2647	0.0032	0.0027	0.0032	0.00292	825.15	927.83	2D25	2D25
TUMP	8	4.58E+08	3.40E+08	5.73E+08	4.25E+08	3.54609	2.1028	0.0079	0.0045	0.0079	0.00455	2005.61	1445	5D25	3D25
B6 TUMP	0	7.07E+08	3.29E+08	8.84E+08	4.11E+08	5.47343	2.0343	0.0127	0.0044	0.0127	0.00439	3229.66	1396.16	7D25	3D25
LAP	3.5	2.41E+08	2.94E+08	3.01E+08	3.68E+08	1.86443	1.8212	0.004	0.0039	0.004	0.00392	1020.42	1244.97	3D25	3D25
TUMP	7	6.38E+08	3.29E+08	7.97E+08	4.12E+08	4.93588	2.0394	0.0113	0.0044	0.0113	0.00441	2876.56	1399.82	6D25	3D25
B10 TUMP	0	6.34E+08	3.22E+08	7.93E+08	4.03E+08	4.90764	1.9957	0.0112	0.0043	0.0112	0.00431	2858.28	1368.7	6D25	3D25
LAP	3.5	2.39E+08	2.92E+08	2.99E+08	3.65E+08	1.84926	1.8092	0.004	0.0039	0.004	0.00389	1011.83	1236.49	3D25	3D25
TUMP	7	7.02E+08	3.25E+08	8.78E+08	4.06E+08	5.43497	2.0108	0.0126	0.0043	0.0126	0.00434	3204.07	1379.45	7D25	3D25
B7 TUMP	0	6.46E+08	2.94E+08	8.08E+08	3.68E+08	4.99902	1.8222	0.0115	0.0039	0.0115	0.00392	2917.53	1245.63	6D25	3D25
LAP	3.5	2.13E+08	2.60E+08	2.67E+08	3.25E+08	1.65133	1.6074	0.0035	0.0034	0.0035	0.00344	900.236	1094.5	2D25	3D25
TUMP	7	6.48E+08	2.92E+08	8.1E+08	3.66E+08	5.01457	1.8104	0.0115	0.0039	0.0115	0.00389	2927.65	1237.32	6D25	3D25
B8 TUMP	0	6.54E+08	1.71E+08	8.18E+08	2.14E+08	5.06325	1.0605	0.0116	0.0023	0.0116	0.00292	2959.34	927.83	7D25	2D25
LAP	4	1.71E+08	2.43E+08	2.14E+08	3.04E+08	1.3217	1.5063	0.0028	0.0032	0.0029	0.00322	742.264	1023.73	2D25	3D25
TUMP	8	6.57E+08	1.69E+08	8.21E+08	2.11E+08	5.08352	1.0434	0.0117	0.0022	0.0117	0.00292	2972.57	927.83	7D25	2D25
B13 TUMP	0	6.67E+08	2.00E+08	8.34E+08	2.51E+08	5.1609	1.2406	0.0119	0.0026	0.0119	0.00292	3023.18	927.83	7D25	2D25
LAP	4	1.83E+08	2.52E+08	2.29E+08	3.15E+08	1.41478	1.558	0.003	0.0033	0.003	0.00334	767.963	1059.9	2D25	3D25
TUMP	8	6.69E+08	1.99E+08	8.36E+08	2.49E+08	5.1739	1.2306	0.0119	0.0026	0.0119	0.00292	3031.7	927.83	7D25	2D25
B18 TUMP	0	5.66E+08	3.29E+08	7.07E+08	4.11E+08	4.37829	2.0354	0.0099	0.0044	0.0099	0.0044	2520.25	1396.95	6D25	3D25
LAP	4	2.06E+08	2.42E+08	2.58E+08	3.02E+08	1.59515	1.4954	0.0034	0.0032	0.0034	0.0032	868.716	1016.13	2D25	3D25
TUMP	8	5.67E+08	3.27E+08	7.09E+08	4.08E+08	4.38982	2.0221	0.0099	0.0044	0.0099	0.00437	2527.52	1387.47	6D25	3D25

LANTAI : 10-17(TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn(Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul (+)
B1 TUMP	0	7.70E+08	5.29E+08	9.63E+08	6.61E+08	5.96114	3.275	0.014	0.0072	0.014	0.00725	3558.87	2302.6	8D25	5D25
LAP	3.5	3.39E+08	3.37E+08	4.24E+08	4.21E+08	2.62583	2.084	0.0057	0.0045	0.0057	0.00451	1458.07	1431.61	3D25	3D25
TUMP	7	7.38E+08	5.63E+08	9.22E+08	7.03E+08	5.70943	3.4833	0.0133	0.0077	0.0133	0.00774	3387.87	2459.46	7D25	6D25
B3 TUMP	0	5.54E+08	4.21E+08	6.92E+08	5.26E+08	4.28358	2.606	0.0097	0.0057	0.0097	0.00569	2460.67	1808.1	6D25	4D25
LAP	4	2.93E+08	2.54E+08	3.66E+08	3.17E+08	2.26834	1.5718	0.0049	0.0034	0.0049	0.00337	1250.94	1069.56	3D25	3D25
TUMP	8	5.34E+08	4.40E+08	6.68E+08	5.5E+08	4.13316	2.7261	0.0093	0.006	0.0093	0.00597	2366.6	1895.85	5D25	4D25
B6 TUMP	0	8.71E+08	1.91E+08	1.09E+09	2.39E+08	6.74057	1.1828	0.0161	0.0025	0.0161	0.00292	4104.29	927.83	9D25	2D25
LAP	3.5	3.81E+08	3.98E+08	4.76E+08	4.97E+08	2.94772	2.4632	0.0065	0.0054	0.0065	0.00536	1647.17	1704.36	4D25	4D25
TUMP	7	4.91E+08	5.97E+08	6.14E+08	7.46E+08	3.80283	3.6927	0.0085	0.0082	0.0085	0.00824	2162.3	2618.61	6D25	6D25
B10 TUMP	0	5.02E+08	5.75E+08	6.27E+08	7.19E+08	3.88238	3.5618	0.0087	0.0079	0.0087	0.00793	2211.21	2518.89	6D25	6D25
LAP	3.5	3.69E+08	3.88E+08	4.61E+08	4.85E+08	2.85379	2.4008	0.0063	0.0052	0.0063	0.00522	1591.72	1659.19	4D25	4D25
TUMP	7	8.48E+08	2.13E+08	1.06E+09	2.66E+08	6.56082	1.3196	0.0156	0.0028	0.0156	0.00292	3976.27	927.83	9D25	2D25
B7 TUMP	0	8.04E+08	4.45E+08	1E+09	5.56E+08	6.21874	2.7534	0.0147	0.006	0.0147	0.00603	3736.39	1915.91	8D25	4D25
LAP	3.5	2.94E+08	3.45E+08	3.67E+08	4.32E+08	2.2719	2.1371	0.0049	0.0046	0.0049	0.00462	1252.99	1469.56	3D25	3D25
TUMP	7	7.74E+08	4.74E+08	9.67E+08	5.93E+08	5.98598	2.9343	0.0141	0.0064	0.0141	0.00645	3575.88	2049.05	8D25	5D25
B8 TUMP	0	7.64E+08	2.81E+08	9.55E+08	3.51E+08	5.91139	1.7379	0.0139	0.0037	0.0139	0.00373	3524.88	1186.19	8D25	3D25
LAP	4	2.27E+08	3.05E+08	2.83E+08	3.81E+08	1.75331	1.8862	0.0038	0.0041	0.0038	0.00406	957.629	1290.96	2D25	3D25
TUMP	8	7.46E+08	2.98E+08	9.33E+08	3.73E+08	5.77412	1.8462	0.0135	0.004	0.0135	0.00397	3431.59	1262.61	7D25	3D25
B13 TUMP	0	7.98E+08	3.27E+08	9.98E+08	4.09E+08	6.17772	2.0255	0.0146	0.0044	0.0146	0.00437	3707.95	1389.85	8D25	3D25
LAP	4	2.52E+08	3.25E+08	3.15E+08	4.07E+08	1.95279	2.0149	0.0042	0.0044	0.0042	0.00435	1070.54	1382.31	3D25	3D25
TUMP	8	7.70E+08	3.57E+08	9.62E+08	4.47E+08	5.95472	2.2118	0.014	0.0048	0.014	0.00479	3554.48	1523.05	8D25	4D25
B18 TUMP	0	7.18E+08	4.60E+08	8.98E+08	5.75E+08	5.55692	2.848	0.0129	0.0062	0.0129	0.00625	3285.4	1985.4	7D25	5D25
LAP	4	2.83E+08	3.22E+08	3.53E+08	4.03E+08	2.18741	1.9938	0.0047	0.0043	0.0047	0.0043	1204.45	1367.29	3D25	3D25
TUMP	8	6.88E+08	4.91E+08	8.59E+08	6.14E+08	5.32006	3.0418	0.0123	0.0067	0.0123	0.0067	3127.92	2128.63	7D25	5D25

LANTAI : 10-17(TIPIKAL)

Balok		Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul (+)
B1	TUMP	0	7.70E+08	5.29E+08	9.63E+08	6.61E+08	5.96114	3.275	0.014	0.0072	0.014	0.00725	3558.87	2302.6	8D25	5D25
	LAP	3.5	3.39E+08	3.37E+08	4.24E+08	4.21E+08	2.62583	2.084	0.0057	0.0045	0.0057	0.00451	1458.07	1431.61	3D25	3D25
	TUMP	7	7.38E+08	5.63E+08	9.22E+08	7.03E+08	5.70943	3.4833	0.0133	0.0077	0.0133	0.00774	3387.87	2459.46	7D25	6D25
B3	TUMP	0	5.54E+08	4.21E+08	6.92E+08	5.26E+08	4.28358	2.606	0.0097	0.0057	0.0097	0.00569	2460.67	1808.1	6D25	4D25
	LAP	4	2.93E+08	2.54E+08	3.66E+08	3.17E+08	2.26834	1.5718	0.0049	0.0034	0.0049	0.00337	1250.94	1069.56	3D25	3D25
	TUMP	8	5.34E+08	4.40E+08	6.68E+08	5.5E+08	4.13316	2.7261	0.0093	0.006	0.0093	0.00597	2366.6	1895.85	5D25	4D25
B6	TUMP	0	8.71E+08	1.91E+08	1.09E+09	2.39E+08	6.74057	1.1828	0.0161	0.0025	0.0161	0.00292	4104.29	927.83	9D25	2D25
	LAP	3.5	3.81E+08	3.98E+08	4.76E+08	4.97E+08	2.94772	2.4632	0.0065	0.0054	0.0065	0.00536	1647.17	1704.36	4D25	4D25
	TUMP	7	4.91E+08	5.97E+08	6.14E+08	7.46E+08	3.80283	3.6927	0.0085	0.0082	0.0085	0.00824	2162.3	2618.61	6D25	6D25
B10	TUMP	0	5.02E+08	5.75E+08	6.27E+08	7.19E+08	3.88238	3.5618	0.0087	0.0079	0.0087	0.00793	2211.21	2518.89	6D25	6D25
	LAP	3.5	3.69E+08	3.88E+08	4.61E+08	4.85E+08	2.85379	2.4008	0.0063	0.0052	0.0063	0.00522	1591.72	1659.19	4D25	4D25
	TUMP	7	8.48E+08	2.13E+08	1.06E+09	2.66E+08	6.56082	1.3196	0.0156	0.0028	0.0156	0.00292	3976.27	927.83	9D25	2D25
B7	TUMP	0	8.04E+08	4.45E+08	1E+09	5.56E+08	6.21874	2.7534	0.0147	0.006	0.0147	0.00603	3736.39	1915.91	8D25	4D25
	LAP	3.5	2.94E+08	3.45E+08	3.67E+08	4.32E+08	2.2719	2.1371	0.0049	0.0046	0.0049	0.00462	1252.99	1469.56	3D25	3D25
	TUMP	7	7.74E+08	4.74E+08	9.67E+08	5.93E+08	5.98598	2.9343	0.0141	0.0064	0.0141	0.00645	3575.88	2049.05	8D25	5D25
B8	TUMP	0	7.64E+08	2.81E+08	9.55E+08	3.51E+08	5.91139	1.7379	0.0139	0.0037	0.0139	0.00373	3524.88	1186.19	8D25	3D25
	LAP	4	2.27E+08	3.05E+08	2.83E+08	3.81E+08	1.75331	1.8862	0.0038	0.0041	0.0038	0.00406	957.629	1290.96	2D25	3D25
	TUMP	8	7.46E+08	2.98E+08	9.33E+08	3.73E+08	5.77412	1.8462	0.0135	0.004	0.0135	0.00397	3431.59	1262.61	7D25	3D25
B13	TUMP	0	7.98E+08	3.27E+08	9.98E+08	4.09E+08	6.17772	2.0255	0.0146	0.0044	0.0146	0.00437	3707.95	1389.85	8D25	3D25
	LAP	4	2.52E+08	3.25E+08	3.15E+08	4.07E+08	1.95279	2.0149	0.0042	0.0044	0.0042	0.00435	1070.54	1382.31	3D25	3D25
	TUMP	8	7.70E+08	3.57E+08	9.62E+08	4.47E+08	5.95472	2.2118	0.014	0.0048	0.014	0.00479	3554.48	1523.05	8D25	4D25
B18	TUMP	0	7.18E+08	4.60E+08	8.98E+08	5.75E+08	5.55692	2.648	0.0129	0.0062	0.0129	0.00625	3285.4	1985.4	7D25	5D25
	LAP	4	2.83E+08	3.22E+08	3.53E+08	4.03E+08	2.18741	1.9938	0.0047	0.0043	0.0047	0.0043	1204.45	1367.29	3D25	3D25
	TUMP	8	6.88E+08	4.91E+08	8.59E+08	6.14E+08	5.32006	3.0418	0.0123	0.0067	0.0123	0.0067	3127.92	2128.63	7D25	5D25

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 400 X 650

DATA:

Fc' (MPa)= 35

FY (MPa)= 480

d (mm) 585.5

Ec (MPa)= 27806

m = 16.135

rho max = 0.0209

rho min = 0.0029

LANTAI : 2-9 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm ²)	A perlu(+) (mm ²)	tul. (-)	tul (+)
B21	TUMP	0	3.00E+08	2.85E+08	3.75E+08	2.731	2.5976	0.006	0.0057	0.006	0.0057	1400.074	1328.2	3D25	3D25
	LAP	2.5	1.44E+08	1.53E+08	1.8E+08	1.309	1.3952	0.003	0.003	0.0029	0.003	683.864	697.489	2D25	2D25
	TUMP	5	3.00E+08	2.66E+08	3.76E+08	2.738	2.4293	0.006	0.0053	0.006	0.0053	1404.062	1238.09	3D25	3D25
B31	TUMP	0	2.83E+08	2.69E+08	3.53E+08	2.576	2.4507	0.006	0.0053	0.0056	0.0053	1316.851	1249.52	3D25	3D25
	LAP	2.5	1.45E+08	1.45E+08	1.81E+08	1.319	1.3188	0.003	0.0028	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	5	3.02E+08	2.68E+08	3.78E+08	2.754	2.441	0.006	0.0053	0.006	0.0053	1412.337	1244.36	3D25	3D25
B27	TUMP	0	2.35E+08	1.52E+08	2.94E+08	2.142	1.3822	0.005	0.0029	0.0046	0.0029	1085.503	690.856	3D25	2D25
	LAP	4.25	9.05E+07	1.03E+08	1.13E+08	0.825	0.9413	0.002	0.002	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	8.5	2.36E+08	1.51E+08	2.95E+08	2.15	1.3738	0.005	0.0029	0.0047	0.0029	1089.927	686.513	3D25	2D25
B41	TUMP	0	2.78E+08	2.37E+08	3.48E+08	2.535	2.1636	0.006	0.0047	0.0055	0.0047	1294.613	1097.14	3D25	3D25
	LAP	1.63	1.46E+08	1.36E+08	1.82E+08	1.329	1.2433	0.003	0.0026	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	3.25	2.17E+08	2.33E+08	2.71E+08	1.976	2.1268	0.004	0.0046	0.0043	0.0046	996.246	1077.72	3D25	3D25
B37	TUMP	0	1.39E+08	1.39E+08	1.74E+08	1.271	1.2697	0.003	0.0027	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1	6.89E+07	7.09E+07	86112500	0.628	0.6465	0.001	0.0014	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	2	1.40E+08	1.39E+08	1.75E+08	1.276	1.2649	0.003	0.0027	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
B47	TUMP	0	1.01E+08	1.01E+08	1.26E+08	0.922	0.9171	0.002	0.0019	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1	5.02E+07	5.09E+07	62712500	0.457	0.4637	1E-03	0.001	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	2	1.02E+08	1.00E+08	1.27E+08	0.926	0.9137	0.002	0.0019	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25

LANTAI : 10-17 (TIPIKAL)

Balok		Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul. (+)
B21	TUMP	0	8.20E+08	3.80E+04	1.03E+09	47500	7.475	0.0003	0.018	7E-07	0.0183	0.0029	4277.423	683.864	9D25	2D25
	LAP	2.5	4.14E+08	4.82E+08	5.17E+08	6.03E+08	3.771	4.3964	0.008	0.01	0.0084	0.01	1974.312	2332.48	5D25	5D25
	TUMP	5	4.90E+08	7.66E+08	6.13E+08	9.57E+08	4.467	6.981	0.01	0.0168	0.0101	0.0168	2373.455	3941.22	5D25	9D25
B31	TUMP	0	4.97E+08	5.25E+08	6.22E+08	6.56E+08	4.533	4.7846	0.01	0.0109	0.0103	0.0109	2412.44	2560.3	5D25	6D25
	LAP	2.5	2.77E+08	2.67E+08	3.46E+08	3.34E+08	2.524	2.436	0.006	0.0053	0.0055	0.0053	1288.803	1241.69	3D25	3D25
	TUMP	5	5.63E+08	4.93E+08	7.04E+08	6.16E+08	5.136	4.4903	0.012	0.0102	0.0118	0.0102	2770.222	2387.18	6D25	5D25
B27	TUMP	0	4.76E+08	4.00E+08	5.95E+08	5E+08	4.341	3.6431	0.01	0.0081	0.0098	0.0081	2300.245	1902.14	5D25	4D25
	LAP	4.25	2.11E+08	2.28E+08	2.64E+08	2.85E+08	1.926	2.0815	0.004	0.0045	0.0042	0.0045	972.0975	1053.86	2D25	3D25
	TUMP	8.5	4.80E+08	3.96E+08	5.99E+08	4.95E+08	4.371	3.6122	0.01	0.008	0.0099	0.008	2317.911	1884.85	5D25	4D25
B41	TUMP	0	6.20E+08	6.67E+08	7.75E+08	8.34E+08	5.652	6.0818	0.013	0.0143	0.0132	0.0143	3085.578	3355.2	7D25	7D25
	LAP	1.63	4.39E+08	3.02E+08	5.48E+08	3.77E+08	3.997	2.7512	0.009	0.006	0.009	0.006	2102.639	1410.91	5D25	3D25
	TUMP	3.25	8.14E+08	5.23E+08	1.02E+09	6.54E+08	7.423	4.7706	0.018	0.0109	0.0181	0.0109	4241.415	2551.99	9D25	6D25
B37	TUMP	0	5.65E+07	5.34E+07	70662500	66775000	0.515	0.487	0.001	0.001	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1	2.72E+07	2.86E+07	34012500	35725000	0.248	0.2605	5E-04	0.0005	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	2	5.49E+07	5.51E+07	68675000	68825000	0.501	0.5019	0.001	0.0011	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
B47	TUMP	0	4.36E+07	4.32E+07	54525000	54037500	0.398	0.3941	8E-04	0.0008	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1	2.16E+07	2.22E+07	26962500	27700000	0.197	0.202	4E-04	0.0004	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	2	4.42E+07	4.26E+07	55287500	53262500	0.403	0.3884	8E-04	0.0008	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25

LANTAI :18-25 (TIPIKAL)

Balok	Jarak (M)	Mu (Nmm) (-)	Mu (Nmm) (+)	Mn (Nmm) (-)	Mn (Nmm) (+)	Rn (-)	Rn (+)	rho (-)	rho (+)	rho perlu (-)	rho perlu (+)	A perlu(-) (mm2)	A perlu(+) (mm2)	tul. (-)	tul. (+)
B21	TUMP	0	4.23E+08	3.00E+08	5.29E+08	3.855	2.732	0.009	0.006	0.0086	0.006	2021.763	1400.57	5D25	3D25
	LAP	2.5	2.04E+08	2.06E+08	2.55E+08	1.86	1.8751	0.004	0.004	0.004	0.004	937.8184	945.714	2D25	2D25
	TUMP	5	3.10E+08	3.96E+08	3.88E+08	2.83	3.6099	0.006	0.008	0.0062	0.008	1453.445	1883.52	3D25	4D25
B31	TUMP	0	3.16E+08	3.47E+08	3.95E+08	2.878	3.1632	0.006	0.007	0.0063	0.007	1479.667	1635.52	4D25	4D25
	LAP	2.5	1.86E+08	1.79E+08	2.33E+08	1.698	1.6305	0.004	0.0035	0.0036	0.0035	853.6308	818.611	2D25	2D25
	TUMP	5	3.83E+08	3.05E+08	4.79E+08	3.494	2.7841	0.008	0.0061	0.0078	0.0061	1818.727	1428.71	4D25	3D25
B27	TUMP	0	3.66E+08	2.89E+08	4.57E+08	3.335	2.6347	0.007	0.0058	0.0074	0.0058	1730.253	1348.14	4D25	3D25
	LAP	4.25	1.55E+08	1.73E+08	1.93E+08	1.409	1.5814	0.003	0.0034	0.003	0.0034	704.7793	793.275	2D25	2D25
	TUMP	8.5	3.67E+08	2.88E+08	4.59E+08	3.347	2.6216	0.007	0.0057	0.0074	0.0057	1737.021	1341.09	4D25	3D25
B41	TUMP	0	2.64E+07	2.93E+07	32962500	0.24	0.2668	5E-04	0.0006	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1.63	1.42E+07	1.57E+07	17737500	0.129	0.1434	3E-04	0.0003	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	3.25	3.06E+07	2.53E+07	38212500	0.279	0.2306	6E-04	0.0005	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
B37	TUMP	0	4.48E+08	4.43E+08	5.6E+08	4.086	4.0351	0.009	0.0091	0.0092	0.0091	2153.454	2124.24	5D25	5D25
	LAP	1	2.76E+08	2.07E+08	3.45E+08	2.513	1.8826	0.005	0.0041	0.0055	0.0041	1282.996	949.616	3D25	2D25
	TUMP	2	5.22E+08	3.77E+08	6.52E+08	4.757	3.4345	0.011	0.0076	0.0109	0.0076	2543.737	1785.57	6D25	4D25
B47	TUMP	0	1.73E+07	1.72E+07	21650000	0.158	0.157	3E-04	0.0003	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	LAP	1	8.55E+06	9.15E+06	10687500	0.078	0.0834	2E-04	0.0002	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25
	TUMP	2	1.82E+07	1.63E+07	22775000	0.166	0.1489	3E-04	0.0003	0.0029	0.0029	683.864	683.864	2D25	2D25

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/ BALOK 250 X500

DATA:

Fc' (MPa)= 35

FY (MPa)= 480

d (mm) 435.5

Ec (MPa)= 27806

m = 16.135

rho max = 0.029

rho min = 0.0029

Balok		Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu	As ada	a(mm)	Mn ada	c	Es	ket	TUL
B21	TUMP	0	4.72E+07	58968750	1.2437	0.00265	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	2.5	8.80E+06	11002500	0.232	0.00049	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	5	2.17E+07	27075000	0.571	0.0012	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B31	TUMP	0	2.17E+07	27062500	0.5708	0.0012	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	2.5	8.80E+06	11002500	0.232	0.00049	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	5	4.72E+07	58981250	1.2439	0.00265	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B27	TUMP	0	3.74E+07	46687500	0.9847	0.00209	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	4.25	2.24E+07	28050000	0.5916	0.00124	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	8.5	3.74E+07	46737500	0.9857	0.00209	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B37	TUMP	0	3.14E+06	3925000	0.0828	0.00017	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	1	5.21E+06	6512500	0.1374	0.00029	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	2	1.57E+06	1962500	0.0414	8.6E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B41	TUMP	0	3.60E+07	44950000	0.948	0.00201	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	1.625	3.49E+05	436250	0.0092	1.9E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	3.25	5.87E+07	73312500	1.5462	0.00331	0.0033	432.3971	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B43	TUMP	0	5.66E+07	70712500	1.4914	0.00319	0.0032	416.646	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	1.625	3.50E+05	437500	0.0092	1.9E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	3.25	3.60E+07	44950000	0.948	0.00201	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
B47	TUMP	0	6.36E+05	795000	0.0168	3.5E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	LAP	1	1.34E+06	1677250	0.0354	7.4E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16
	TUMP	2	3.44E+05	430000	0.0091	1.9E-05	0.0029	381.498	402.12	18.5371	101475422	28.518622	0.053279	ok	2D16

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 500 X 700

DATA :

f_c' (MPa) = 35

f_y (MPa) = 390

b_w (mm) 400

d (mm) 636

X_1 (mm) 308

Y_1 (mm) 608

D sengkang = 12 mm

Lantai : 2-9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	V_u (N)	T_u (Nmm)	ϕT_c^* (Nmm)	ϕV_c (N)	ϕV_s (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B1	TUMP	0	251770	2.69E+06	27864736	150386.7	101383.252	0.68176516	331.785801	300
	LAP	3.5	208610	2.69E+06	27864736	187983.4	20626.5649	0.13870608	1630.78649	300
	TUMP	7	252400	2.69E+06	27864736	150386.7	102013.252	0.68600168	329.736802	300
B3	TUMP	0	156380	2.24E+06	27864736	150386.7	5993.25191	0.04030242	5612.56625	300
	LAP	4	134180	2.24E+06	27864736	187983.4	0	0.42735043	529.308	300
	TUMP	8	157140	2.24E+06	27864736	150386.7	6753.25191	0.04541314	4980.93716	300
B6	TUMP	0	343720	3.33E+06	27864736	150386.7	193333.252	1.30009517	173.987263	150
	LAP	3.5	258080	3.33E+06	27864736	187983.4	70096.5649	0.47137367	479.874063	300
	TUMP	7	328980	3.33E+06	27864736	150386.7	178593.252	1.20097408	188.347113	150
B10	TUMP	0	327790	3.33E+06	27864736	150386.7	177403.252	1.19297176	189.610523	150
	LAP	3.5	256140	3.33E+06	27864736	187983.4	68156.5649	0.45832789	493.533139	300
	TUMP	7	341790	3.33E+06	27864736	150386.7	191403.252	1.28711662	175.74165	150
B7	TUMP	0	322660	2.23E+06	27864736	150386.7	172273.252	1.1584744	195.256797	150
	LAP	3.5	237640	2.23E+06	27864736	187983.4	49656.5649	0.33392218	677.40335	300
	TUMP	7	323290	2.23E+06	27864736	150386.7	172903.252	1.16271091	194.545348	150
B8	TUMP	0	321020	2.13E+06	27864736	150386.7	170633.252	1.147446	197.13346	150
	LAP	4	218400	2.13E+06	27864736	187983.4	30416.5649	0.20454024	1105.89488	300
	TUMP	8	321770	2.13E+06	27864736	150386.7	171383.252	1.15248947	196.270773	150

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	OVc (N)	oVs (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B13	TUMP	0	319160	2.12E+06	27864736	150386.7	168773.252	1.13493818	199.30601	150
	LAP	4	220160	2.12E+06	27864736	187983.4	32176.5649	0.21637559	1045.40443	300
	TUMP	8	319630	2.12E+06	27864736	150386.7	169243.252	1.13809876	198.752523	150
B18	TUMP	0	225670	2.24E+06	27864736	150386.7	75283.2519	0.50625224	446.812837	300
	LAP	4	175220	2.24E+06	27864736	187983.4	0	0.42735043	529.308	300
	TUMP	8	226080	2.24E+06	27864736	150386.7	75693.2519	0.50900934	444.392631	300

Lantai : 10-17 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	OVc (N)	oVs (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B1	TUMP	0	299300	7.56E+06	27864736	150386.7	148913.252	1.00138697	225.886702	200
	LAP	3.5	236860	7.56E+06	27864736	187983.4	48876.5649	0.32867696	688.213737	300
	TUMP	7	289220	7.56E+06	27864736	150386.7	138833.252	0.93360267	242.287225	200
B3	TUMP	0	183970	4.27E+06	27864736	150386.7	33583.2519	0.22583504	1001.61603	300
	LAP	4	161000	4.27E+06	27864736	187983.4	0	0.42735043	529.308	300
	TUMP	8	178570	4.27E+06	27864736	150386.7	28183.2519	0.18952203	1193.52882	300
B6	TUMP	0	421750	6.43E+06	27864736	150386.7	271363.252	1.82481828	123.957548	100
	LAP	3.5	339750	6.43E+06	27864736	187983.4	151766.565	1.02057445	221.639881	200
	TUMP	7	275790	6.43E+06	27864736	150386.7	125403.252	0.84329085	268.234857	225
B10	TUMP	0	282620	7.70E+06	27864736	150386.7	132233.252	0.88922009	254.380218	225
	LAP	3.5	332590	7.70E+06	27864736	187983.4	144606.565	0.97242608	232.614082	200
	TUMP	7	414590	7.70E+06	27864736	150386.7	264203.252	1.77666991	127.316841	100
B7	TUMP	0	370070	4.61E+06	27864736	150386.7	219683.252	1.47728925	153.118288	125
	LAP	3.5	280080	4.61E+06	27864736	187983.4	92096.5649	0.6193156	365.24189	300
	TUMP	7	360510	4.61E+06	27864736	150386.7	210123.252	1.41300175	160.084727	125
B8	TUMP	0	348900	4.14E+06	27864736	150386.7	198513.252	1.33492877	169.447244	125
	LAP	4	248200	4.14E+06	27864736	187983.4	60216.5649	0.4049343	558.609138	300
	TUMP	8	344010	4.14E+06	27864736	150386.7	193623.252	1.30204531	173.726673	150
B13	TUMP	0	350960	4.04E+06	27864736	150386.7	200573.252	1.34878151	167.706925	150
	LAP	4	255730	4.04E+06	27864736	187983.4	67746.5649	0.45557079	496.519985	300
	TUMP	8	342770	4.04E+06	27864736	150386.7	192383.252	1.29370677	174.846423	150
B18	TUMP	0	266560	4.23E+06	27864736	150386.7	116173.252	0.78122248	289.546198	250
	LAP	4	217280	4.23E+06	27864736	187983.4	29296.5649	0.19700865	1148.17295	300
	TUMP	8	257970	4.23E+06	27864736	150386.7	107583.252	0.72345789	312.665055	275

Lantai :18-25 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	OVc (N)	oVs (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B1	TUMP	0	237880	4.42E+06	27864736	150386.7	87493.2519	0.58836001	384.458489	300
	LAP	3.5	195440	4.42E+06	27864736	187983.4	7456.56489	0.05014266	4511.12863	300
	TUMP	7	228750	4.42E+06	27864736	150386.7	78363.2519	0.52696411	429.251244	300
B3	TUMP	0	132670	2.88E+06	27864736	150386.7	0	0.42735043	529.308	300
	LAP	4	109710	2.88E+06	27864736	187983.4	0	0.42735043	529.308	300
	TUMP	8	129960	2.88E+06	27864736	150386.7	0	0.42735043	529.308	300
B6	TUMP	0	381880	7.30E+06	27864736	150386.7	231493.252	1.55670716	145.306712	125
	LAP	3.5	299890	7.30E+06	27864736	187983.4	111906.565	0.75253058	300.585792	275
	TUMP	7	192280	7.30E+06	27864736	150386.7	41893.2519	0.28171674	802.934169	300
B10	TUMP	0	174590	6.76E+06	27864736	150386.7	24203.2519	0.16275799	1389.79355	300
	LAP	3.5	296530	6.76E+06	27864736	187983.4	108546.565	0.72993581	309.890262	275
	TUMP	7	378530	6.76E+06	27864736	150386.7	228143.252	1.53417964	147.440361	125
B7	TUMP	0	313680	3.43E+06	27864736	150386.7	163293.252	1.09808719	205.994571	275
	LAP	3.5	231070	3.43E+06	27864736	187983.4	43086.5649	0.28974134	780.696337	300
	TUMP	7	298470	3.43E+06	27864736	150386.7	148083.252	0.99580552	227.152787	200
B8	TUMP	0	299390	2.79E+06	27864736	150386.7	149003.252	1.00199219	225.750264	200
	LAP	4	198700	2.79E+06	27864736	187983.4	10716.5649	0.07206497	3138.83448	300
	TUMP	8	294700	2.79E+06	27864736	150386.7	144313.252	0.97045366	233.086865	200
B13	TUMP	0	297770	2.51E+06	27864736	150386.7	147383.252	0.99109828	228.231654	200
	LAP	4	202550	2.51E+06	27864736	187983.4	14566.5649	0.0979548	2309.22827	300
	TUMP	8	289140	2.51E+06	27864736	150386.7	138753.252	0.9330647	242.426919	200
B18	TUMP	0	208280	2.60E+06	27864736	150386.7	57893.2519	0.38931087	581.02667	300
	LAP	4	158990	2.60E+06	27864736	187983.4	0	0.42735043	529.308	300
	TUMP	8	198790	2.60E+06	27864736	150386.7	48403.2519	0.32549411	694.943461	300

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 400 X 650

DATA :

 f_c' (MPa) = 35 f_y (MPa) = 390 b_w (mm) 400 d (mm) 585 X_1 (mm) 308 Y_1 (mm) 558

D sengkang = 12 mm

Lantai :2-9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	$V_u(N)$	$T_u(Nmm)$	ϕT_c^* (Nmm)	ϕV_c (N)	$0.5X\phi V_c$ (N)	ϕV_S (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B21	tump	0	153110	1.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	14555.4	0.10632925	2127.3544	275
	lap	2.5	143950	1.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	5395.41	0.03941421	5739.0466	275
	tump	5	157690	1.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	19135.4	0.13978677	1618.1788	275
B31	tump	0	149380	1.75E+06	18458169	138554.589	69277.294	10825.4	0.0790811	2860.3548	275
	lap	2.5	145100	1.75E+06	18458169	138554.589	69277.294	6545.41	0.04781512	4730.7214	275
	tump	5	154260	1.75E+06	18458169	138554.589	69277.294	15705.4	0.11473016	1971.5827	275
B27	tump	0	83670	8.00E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	4.25	67120	8.00E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	8.5	83910	8.00E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
B41	tump	0	202610	3.48E+06	18458169	138554.589	69277.294	64055.4	0.46793346	483.40206	275
	lap	1.625	200950	3.48E+06	18458169	138554.589	69277.294	62395.4	0.45580694	496.26274	275
	tump	3.25	205220	3.48E+06	18458169	138554.589	69277.294	66665.4	0.48699986	464.47652	275
B37	tump	0	190670	3.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	52115.4	0.38071014	594.15281	275
	lap	1	188770	3.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	50215.4	0.36683039	616.63376	275
	tump	2	191360	3.88E+06	18458169	138554.589	69277.294	52805.4	0.38575069	586.38911	275
B47	tump	0	137080	4.59E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	1	136150	4.59E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	2	137570	4.59E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275

Lantai : 10-17 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	oVc (N)	0.5XoVc (N)	oVS (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B21	tump	0	397340	4.15E+06	18458169	138554.589	69277.294	258785	1.8904625	119.65326	75
	lap	2.5	388180	4.15E+06	18458169	138554.589	69277.294	249625	1.82354746	124.04393	100
	tump	5	360690	4.15E+06	18458169	138554.589	69277.294	222135	1.62272928	139.39479	100
B31	tump	0	254010	3.10E+06	18458169	138554.589	69277.294	115455	0.84341743	268.1946	225
	lap	2.5	268720	3.10E+06	18458169	138554.589	69277.294	130165	0.95087597	237.88591	200
	tump	5	277430	3.10E+06	18458169	138554.589	69277.294	138875	1.0145037	222.96617	200
B27	tump	0	146900	3.49E+06	18458169	138554.589	69277.294	8345.41	0.06096436	3710.3644	275
	lap	4.25	130970	3.49E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	8.5	147770	3.49E+06	18458169	138554.589	69277.294	9215.41	0.06731983	3360.0798	275
B41	tump	0	559570	3.35E+06	18458169	138554.589	69277.294	421015	3.07557463	73.547232	275
	lap	1.625	574890	3.35E+06	18458169	138554.589	69277.294	436335	3.18748931	70.964944	275
	tump	3.25	580000	3.35E+06	18458169	138554.589	69277.294	441445	3.22481855	70.143481	275
B37	tump	0	79440	1.73E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	1	76920	1.73E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	2	77290	1.73E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
B47	tump	0	60320	1.79E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	1	58900	1.79E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	2	54650	1.79E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275

Lantai :18-25 (TIPIKAL)											
		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc* (Nmm)	oVc (N)	0.5XoVc (N)	oVS (N)	AV/S	S perlu (mm)	S ada (mm)
B21	tump	0	213330	3.01E+06	18458169	138554.589	69277.294	74775.4	0.54624451	414.10027	275
	lap	2.5	204130	3.01E+06	18458169	138554.589	69277.294	65575.4	0.47903727	472.19708	275
	tump	5	176650	3.01E+06	18458169	138554.589	69277.294	38095.4	0.27829214	812.8149	275
B31	tump	0	255550	2.96E+06	18458169	138554.589	69277.294	116995	0.85466733	264.66438	125
	lap	2.5	183040	2.96E+06	18458169	138554.589	69277.294	44485.4	0.32497196	696.06006	275
	tump	5	192200	2.96E+06	18458169	138554.589	69277.294	53645.4	0.391887	577.2072	275
B27	tump	0	118450	2.19E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	4.25	102010	2.19E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	8.5	118810	2.19E+06	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
B37	tump	0	39320	6.70E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	1.625	42420	6.70E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	3.25	44940	6.70E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
B41	tump	0	360730	3.85E+06	18458169	138554.589	69277.294	222175	1.62302149	139.36969	100
	lap	1	376050	3.85E+06	18458169	138554.589	69277.294	237495	1.73493616	130.37944	100
	tump	2	381160	3.85E+06	18458169	138554.589	69277.294	242605	1.77226541	127.63325	100
B47	tump	0	25270	6.80E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	lap	1	25300	6.80E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275
	tump	2	26450	6.80E+05	18458169	138554.589	69277.294	0	0.34188034	661.635	275

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 400 X 600

DATA :

fc' (MPa) = 35

fy (MPa) = 390

bw (mm) 300

d (mm) 535.5

X1 (mm) 208

Y1 (mm) 508

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc (Nmm)	OVc (N)	0.5xoVc (N)	AV/S	S (mm)	S ada (mm)
B1	tump	0	90000	13000	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.341880342	661.635	250
	lap	3.5	3700	13000	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	7	91000	13000	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.341880342	661.635	250
B6	tump	0	245730	1.57E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.506223444	446.8382544	250
	lap	3.5	152744	1.57E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.341880342	661.635	250
	tump	7	245730	1.57E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.506223444	446.8382544	250
B10	tump	0	250071	1.18E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.540866361	418.2179118	250
	lap	3.5	11370.2	1.18E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	7	251117.3	1.18E+06	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.549216254	411.8596246	250
B7	tump	0	245050.5	1.15E+05	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.500800762	451.676629	250
	lap	3.5	2231.5	1.15E+05	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	7	245051	1.15E+05	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.500804752	451.6730303	250
B8	tump	0	262812.9	3.00E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.642551821	352.0338632	250
	lap	4	154.9	3.00E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	8	262825	3.00E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.642648384	351.9809674	250
B13	tump	0	275417.1	1.80E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.743138381	304.3847631	250
	lap	4	141.7	1.80E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	8	275430.9	1.80E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.74324851	304.3396614	250

LAMPIRAN

		jarak (m)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oTc (Nmm)	oVC (N)	0.5xoVc (N)	AV/S	S (mm)	S ada (mm)
B18	tump	0	122444.8	1.90E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.341880342	661.635	250
	lap	4	148.2	1.90E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0	0	250
	tump	8	122496.2	1.90E+03	17038309.78	182296.6589	91148.32946	0.341880342	661.635	250

DESAIN BALOK TERHADAP GESER DAN TORSI (SERVICE)/ BALOK 250 X 500

DATA :

fc' (MPa) 35

fy (MPa) 390

bw (mm) 300

d (mm) 436

X1 (mm) 158

Y1 (mm) 408

D sengkang = 12 mm

Lantai 2,3,4,5,6,7,8, DAN 9 (TIPIKAL)

		jarak (M)	Vu(N)	Tu(Nmm)	oVc (N)	oTc (Nmm)	0.5xoVc (N)	AV/S	oTs	AT/S	AVT/s	S (mm)	Sada (mm)	AI1 (mm ²)	tul.long	A tul. Long (mm ²)
B21	tump	0	31982	2.90E+06	50570	5546325	25284.98	0.17094	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
	lap	2.5	10940	2.90E+06	25623.4	5546325	12811.72	0.17094	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
	tump	5	31996	2.90E+06	50578.6	5546325	25289.32	0.17094	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
B27	tump	0	29621	1.46E+05	64352.2	5546325	32176.09	0.17094	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
	lap	4.25	255.5	1.46E+05	12701.9	5546325	6350.941	0	0	0	0	0	140	0	0	0
	tump	8.5	29614	1.46E+05	64352.1	5546325	32176.07	0.17094	0	0	0.17094	1322.685	140	0	0	0
B37	tump	0	81999	2.92E+05	64380.4	5546325	32190.21	0.17288	0	0	0.17288	1307.8073	140	0	0	0
	lap	1	617.8	2.92E+05	15220.6	5546325	7610.287	0	0	0	0	0	140	0	0	0
	tump	2	8209.7	2.92E+05	61532.7	5546325	30766.35	0	0	0	0	0	140	0	0	0
B41	tump	0	47396	5.60E+06	44914	5546325	22456.99	0.02435	5.37E+04	0.001423	0.0272	8312.0709	140	285.9937	2D16	402.12
	lap	1.625	31911	5.60E+06	35292.4	5546325	17646.18	0.17094	5.37E+04	0.001423	0.17379	1301.0194	140	340.0117	2D16	402.12
	tump	3.25	46958	5.60E+06	44699.5	5546325	22349.74	0.02217	5.37E+04	0.001423	0.02501	9039.6232	140	287.3246	2D16	402.12
B47	tump	0	3897	4.32E+04	64113.8	5546325	32056.92	0	0	0	0	0	140	0	0	0
	lap	1	225	4.32E+04	33084.8	5546325	16542.42	0	0	0	0	0	140	0	0	0
	tump	2	3889	4.32E+04	64112.6	5546325	32056.31	0	0	0	0	0	140	0	0	0

DISAIN PENULANGAN BALOK TERHADAP LENTUR (SERVICE)/BALOK 400 X600

DATA:

F_c' (MPa)= 35
 F_y (MPa)= 480
 d (mm) 535
 E_c (MPa)= 27806
 m = 16.135
 $\rho_{ho \max}$ = 0.0209
 $\rho_{ho \min}$ = 0.0029

Balok		Jarak	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn	rho	rho perlu	As perlu (mm)	As ada (mm)	a(mm)	Mn ada (Nmm)	c	Es	ket	TUL
B1	TUMP	0	1.51E+08	1.89E+08	2.1946	0.00475	0.0048	763.8132	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	LAP	3.5	5.66E+07	70709875	0.6165	0.0013	0.0029	625.464	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	7	1.01E+08	1.26E+08	1.4627	0.00313	0.0031	502.2302	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
B6	TUMP	0	2.68E+08	3.34E+08	3.8872	0.00871	0.0087	1399.345	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
	LAP	3.5	1.57E+08	1.97E+08	1.7156	0.00368	0.0037	789.0388	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	7	2.66E+08	3.32E+08	3.8618	0.00865	0.0086	1389.449	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
B10	TUMP	0	2.67E+08	3.34E+08	3.8841	0.0087	0.0087	1398.101	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
	LAP	3.5	1.54E+08	1.93E+08	1.6818	0.00361	0.0036	773.021	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	7	2.66E+08	3.32E+08	3.8583	0.00864	0.0086	1388.093	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
B7	TUMP	0	2.74E+08	3.43E+08	3.9856	0.00895	0.0089	1437.738	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
	LAP	3.5	1.26E+08	1.57E+08	1.373	0.00293	0.0029	627.5275	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	7	2.71E+08	3.39E+08	3.9356	0.00883	0.0088	1418.208	1472.62	67.88548	354176131	104.43921	0.0123678	ok	3D25
B8	TUMP	0	3.21E+08	4.02E+08	4.6677	0.01064	0.0106	1708.848	1963.5	90.51429	461572848	139.25275	0.0085258	ok	4D25
	LAP	4	1.73E+08	2.16E+08	1.884	0.00406	0.0041	869.1779	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	8	3.21E+08	4.02E+08	4.6687	0.01064	0.0106	1709.259	1963.5	90.51429	461572848	139.25275	0.0085258	ok	4D25
B13	TUMP	0	3.35E+08	4.19E+08	4.8667	0.01114	0.0111	1789.671	1963.5	90.51429	461572848	139.25275	0.0085258	ok	4D25
	LAP	4	1.81E+08	2.27E+08	1.9769	0.00427	0.0043	913.6455	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	8	3.35E+08	4.19E+08	4.8683	0.01114	0.0111	1790.323	1963.5	90.51429	461572848	139.25275	0.0085258	ok	4D25
B16	TUMP	0	1.46E+08	1.82E+08	2.1205	0.00459	0.0046	736.9896	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	LAP	4	8.42E+07	1.05E+08	0.918	0.00194	0.0029	625.464	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25
	TUMP	8	1.46E+08	1.83E+08	2.1253	0.0046	0.0046	738.7229	981.75	45.25714	241449912	69.626374	0.0200516	ok	2D25

[illegible]

33	LANTAI 18-25	8	KOLOM	K1	4	0.255025	3.65	29.78692
34		8		K2	4	0.255025	3.65	29.78692
35		8		K3	4	0.255025	3.65	29.78692
36		8		K7	4	0.255025	3.65	29.78692
37		8		K9	2	0.255025	3.65	14.89346
38		8		K8	4	0.255025	3.65	29.78692
39		8		K15	2	0.255025	3.65	14.89346
40		8		K25	4	0.1225	3.65	14.308
41		8		K29	4	0.1225	3.65	14.308
				volume total kolom			=	685.1371
42		8	D. GESER	S1	2	1	3.65	58.4
43		8	D. GESER	S1	2	0.7	3.65	40.88
44		8	D. GESER	S1	2	0.4	3.65	23.36
				volume total d. geser			=	122.64
							vol. total =	2060.721

TABEL PERHITUNGAN BERAT TULANGAN (9 LANTAI)													
F _c ' = 72 MPa													
F _y = 480 MPa													
No	Kode	N		TULANGAN LENTUR					TULANGAN GESER DAN TORSI				
				TYPE	N	N. tul	L	Q	W	N	L	Q	W
		LANTAI					(m)	(kg/m)	(kg)		(m)	(kg/m)	(kg)
1	lantai 2.R	8	BALOK	B1	8	2	5.71	3.85	2813.888	30	1.38	0.888	2352.845
		8			8	2	3.85	3.85	1897.28	47	1.18	0.617	2152.888
		8			8	2	8.89	1.58	1393.434				
2		8		B3	1	2	8.89	3.85	424.424	35	1.38	0.888	343.1232
		8			1	2	4.14	3.85	255.024	54	1.18	0.617	309.181
		8			1	2	7.89	1.58	199.4592				
3		8		B6	2	4	5.71	3.85	1408.944	30	1.38	0.888	588.2112
		8			2	3	3.85	3.85	711.48	47	1.18	0.617	538.2214
		8			2	2	8.89	1.58	348.3584				
4		8		B10	2	4	5.71	3.85	1408.944	30	1.38	0.888	588.2112
		8			2	3	3.85	3.85	711.48	47	1.18	0.617	538.2214
		8			2	2	8.89	1.58	348.3584				
5		8		B7	4	3.50	5.71	3.85	2482.152	30	1.38	0.888	1176.422
		8			4	2	3.85	3.85	948.84	47	1.18	0.617	1078.443
		8			4	2	8.89	1.58	698.7168				
6		8		B8	1	4	8.89	3.85	848.848	37	1.38	0.888	382.7302
		8			1	3	4.14	3.85	382.536	54	1.18	0.617	309.181
		8			1	2	7.89	1.58	199.4592				
7		8		B13	1	4	8.89	3.85	848.848	40	1.38	0.888	392.1408
		8			1	3	4.14	3.85	382.536	54	1.18	0.617	309.181
		8			1	2	7.89	1.58	199.4592				
8		8		B18	1	2	8.89	3.85	424.424	35	1.38	0.888	343.1232
		8			1	2	4.14	3.85	255.024	54	1.18	0.617	309.181
		8			1	2	7.89	1.58	199.4592				
9		8		B21	6	2	3.4	1.58	515.712	31	1.18	0.888	1532.759
		8			6	2	2.85	1.58	401.952				
		8			6	2	4.89	1.58	741.7152				
10		8		B31	6	2	3.4	1.58	515.712	31	1.18	0.888	1532.759
		8			6	2	2.85	1.58	401.952				
		8			6	2	4.89	1.58	741.7152				
11		8		B27	4	2	5.15	1.58	520.768	54	1.18	0.888	1779.978
		8			4	2	4.39	1.58	443.9168				
		8			4	2	8.39	1.58	848.3968				
12		8		B41	4	2	2.57	1.58	259.8784	33	1.18	0.888	1087.784
		8			4	2	1.81	1.58	183.0272				
		8			4	2	3.24	1.58	327.8288				
13		8		B37	4	2	2	1.58	202.24	12	1.18	0.888	395.5507
		8			4	2	1.24	1.58	125.3888				
		8			4	2	2.08	1.58	211.3408				

[illegible]

TABEL PERHITUNGAN BERAT TULANGAN (25 LANTAI)													
Fc' = 72 MPa													
Fy = 480 MPa													

13		8	B7	4	15.5	5.71	3.85	10903.8	57	1.58	0.888	2559.14
		8		4	8	3.85	3.85	3794.58	41	1.38	0.817	1100.93
		8		4	2	8.89	1.58	898.717				
14		8	B8	1	13	8.89	3.85	2758.78	55	1.58	0.888	817.338
		8		1	7	4.14	3.85	892.584	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
15		8	B13	1	14	8.89	3.85	2970.97	55	1.58	0.888	817.338
		8		1	7	4.14	3.85	892.584	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
16		8	B18	1	14	8.89	3.85	2970.97	33	1.58	0.888	370.403
		8		1	7	4.14	3.85	892.584	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
								78082.3				18093.1
17	lantai 18-25	8	B1	8	10.5	5.71	3.85	14772.9	28	1.58	0.888	2334.86
		8		8	8	3.85	3.85	5891.84	41	1.38	0.817	2201.85
		8		8	2	8.89	1.58	1383.43				
18		8	B3	1	8	8.89	3.85	1897.7	30	1.58	0.888	338.73
		8		1	4	4.14	3.85	510.048	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
19		8	B6	2	10.5	5.71	3.85	3693.23	50	1.58	0.888	1122.43
		8		2	7	3.85	3.85	1860.12	41	1.38	0.817	550.483
		8		2	2	8.89	1.58	348.358				
20		8	B10	2	10.5	5.71	3.85	3693.23	50	1.58	0.888	1122.43
		8		2	8	3.85	3.85	1897.28	41	1.38	0.817	550.483
		8		2	2	8.89	1.58	348.358				
21		8	B7	4	11	5.71	3.85	7738.19	37	1.58	0.888	1881.2
		8		4	5	3.85	3.85	2371.8	41	1.38	0.817	1100.93
		8		4	2	8.89	1.58	898.717				
22		8	B8	1	9	8.89	3.85	1909.91	42	1.58	0.888	471.421
		8		1	5	4.14	3.85	637.58	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
23		8	B13	1	9.5	8.89	3.85	2016.01	42	1.58	0.888	471.421
		8		1	5	4.14	3.85	637.58	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
24		8	B18	1	9.5	8.89	3.85	2016.01	30	1.58	0.888	338.73
		8		1	5	4.14	3.85	637.58	47	1.38	0.817	315.509
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
								55185.5				13522.8
25	lantai 2-9	8	B21	6	8.5	4.71	3.85	5857.85	24	1.58	0.888	1818.3
		8		6	4	2.85	3.85	2108.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
26		8	B31	6	8.5	4.71	3.85	5857.85	24	1.58	0.888	1818.3
		8		6	4	2.85	3.85	2108.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
27		8	B27	4	5	8.46	3.85	3979.36	42	1.58	0.888	1885.89
		8		4	4	4.8	3.85	2268.88				
		8		4	2	8.39	1.58	848.397				

TABEL PERHITUNGAN BERAT TULANGAN (9 LANTAI)													
Fc' = 35 MPa													
Fy = 480MPa													
				TULANGAN LENTUR				TULANGAN GESER DAN TORSI					
No	Kode	N		TYPE	N	N. tul	L	Q	W	N	L	Q	W
		LANTAI					(m)	(kg/m)	(kg)		(m)	(kg/m)	(kg)
1	lantai 2-9	8	BALOK	B1	8	2	5.71	3.85	2813.9	28	1.58	0.888	2334.859
		8			8	2	3.85	3.85	1897.3	41	1.38	0.817	2201.851
		8			8	2	8.89	1.58	1393.4				
2		8	B3	1	2	8.89	3.85	424.42	30	1.58	0.888	336.7296	
		8		1	2	4.14	3.85	255.02	47	1.38	0.817	315.5091	
		8		1	2	7.89	1.58	199.48					
3		8	B6	2	3	5.71	3.85	1055.2	28	1.58	0.888	583.8648	
		8		2	2	3.85	3.85	474.32	41	1.38	0.817	550.4827	
		8		2	2	8.89	1.58	348.36					
4		8	B10	2	3	5.71	3.85	1055.2	28	1.58	0.888	583.8648	
		8		2	2	3.85	3.85	474.32	41	1.38	0.817	550.4827	
		8		2	2	8.89	1.58	348.36					
5		8	B7	4	3	5.71	3.85	2110.4	28	1.58	0.888	1187.329	
		8		4	2	3.85	3.85	948.84	41	1.38	0.817	1100.925	
		8		4	2	8.89	1.58	896.72					
6		8	B8	1	4	8.89	3.85	848.85	30	1.58	0.888	336.7296	
		8		1	2	4.14	3.85	255.02	47	1.38	0.817	315.5091	
		8		1	2	7.89	1.58	199.48					
7		8	B13	1	4	8.89	3.85	848.85	30	1.58	0.888	336.7296	
		8		1	2	4.14	3.85	255.02	47	1.38	0.817	315.5091	
		8		1	2	7.89	1.58	199.48					
8		8	B18	1	2	8.89	3.85	424.42	30	1.58	0.888	336.7296	
		8		1	2	4.14	3.85	255.02	47	1.38	0.817	315.5091	
		8		1	2	7.89	1.58	199.48					
9		8	B21	6	2	3.4	1.58	515.71	33	1.38	0.888	1941.097	
		8		6	2	2.65	1.58	401.95					
		8		6	2	4.89	1.58	741.72					
10		8	B31	6	2	3.4	1.58	515.71	33	1.38	0.888	1941.097	
		8		6	2	2.65	1.58	401.95					
		8		6	2	4.89	1.58	741.72					
11		8	B27	4	2	5.15	1.58	520.77	58	1.38	0.888	2274.417	
		8		4	2	4.39	1.58	443.92					
		8		4	2	8.39	1.58	848.4					
12		8	B41	4	2	2.57	1.58	259.88	21	1.38	0.888	823.4957	
		8		4	2	1.81	1.58	183.03					
		8		4	2	3.24	1.58	327.63					
13		8	B37	4	2	2	1.58	202.24	13	1.38	0.888	508.783	
		8		4	2	1.24	1.58	125.39					
		8		4	2	2.09	1.58	211.34					

14	8		B47	2	2	2	1.58	101.12	13	1.38	0.888	254.8915	
	8			2	2	1.24	1.58	82.894					
	8			2	2	2.09	1.58	105.87					
								24891				19426.75	
							berat tulangan balok				=	44118.21	
15	8	KOLOM	K1	24	18	4.88	3.85	57717	31	1.78	0.888	9407.969	
16	8		K25	8	4	4.88	3.85	4809.7	28	0.98	0.888	1559.47	
								82528				10987.44	
								berat tulangan kolom				=	73493.9
17	8	D. GESER	S1	2	10	4.88	3.85	3006.1	10	4.38	1.58	1107.264	
								berat tulangan dinding geser				=	4113.344
								BERAT TOTAL				=	117812.1

13		8	B7	4	12.5	5.71	3.85	8793.4	37	1.98	0.888	2081.758
		8		4	6	3.85	3.85	2845.92	30	1.78	0.817	1042.483
		8		4	2	8.89	1.58	896.717				
14		8	B8	1	10.5	8.89	3.85	2228.23	40	1.98	0.888	582.8368
		8		1	8	4.14	3.85	765.072	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
15		8	B13	1	11.5	8.89	3.85	2440.44	38	1.98	0.888	534.505
		8		1	8	4.14	3.85	765.072	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
16		8	B18	1	12	8.89	3.85	2548.54	41	1.98	0.888	578.7027
		8		1	8	4.14	3.83	761.098	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
								83378.2				15055.24
17	lantai 18-25	8	B1	8	10	5.71	3.85	14069.4	22	1.98	0.888	2475.602
		8		8	8	3.85	3.85	5691.84	30	1.78	0.817	2084.968
		8		8	2	8.89	1.58	1393.43				
18		8	B3	1	7	8.89	3.85	1485.48	25	1.98	0.888	351.848
		8		1	8	4.14	3.85	765.072	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
19		8	B6	2	8.5	5.71	3.85	2889.76	31	1.98	0.888	872.087
		8		2	8	3.85	3.85	1422.98	30	1.78	0.817	521.2416
		8		2	2	8.89	1.58	348.358				
20		8	B10	2	8	5.71	3.85	2813.89	31	1.98	0.888	872.087
		8		2	8	3.85	3.85	1422.98	30	1.78	0.817	521.2416
		8		2	2	8.89	1.58	348.358				
21		8	B7	4	9	5.71	3.85	6331.25	25	1.98	0.888	1406.582
		8		4	8	3.85	3.85	2845.92	30	1.78	0.817	1042.483
		8		4	2	8.89	1.58	896.717				
22		8	B8	1	8	8.89	3.85	1897.7	32	1.98	0.888	450.1094
		8		1	4	4.14	3.85	510.048	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
23		8	B13	1	8	8.89	3.85	1897.7	32	1.98	0.888	450.1094
		8		1	4	4.14	3.85	510.048	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
24		8	B18	1	8	8.89	3.85	1897.7	25	1.98	0.888	351.848
		8		1	4	4.14	3.85	510.048	38	1.78	0.817	330.1197
		8		1	2	7.89	1.58	199.459				
								50046.5				12720.29
25	lantai 2-9	8	B21	6	8	4.71	3.85	5222.45	19	1.88	0.888	1522.529
		8		6	4	2.85	3.85	2108.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
26		8	B31	6	8	4.71	3.85	5222.45	19	1.88	0.888	1522.529
		8		6	4	2.85	3.85	2108.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
27		8	B27	4	5	8.48	3.85	3979.38	34	1.88	0.888	1818.351
		8		4	4	4.8	3.85	2268.88				
		8		4	2	8.39	1.58	848.397				

28		8	B41	4	6	3.89	3.85	2875.49	12	1.88	0.888	841.065
		8		4	4	1.81	3.85	891.968				
		8		4	2	3.24	1.58	327.629				
29		8	B37	4	4	3.31	3.85	1831.17	8	1.88	0.888	427.3788
		8		4	4	1.45	3.85	714.56				
		8		4	2	2.09	1.58	211.341				
30		8	B47	2	4	3.31	3.85	815.584	8	1.88	0.888	213.8883
		8		2	4	1.45	3.85	357.28				
		8		2	2	2.09	1.58	105.87				
								31187.1				8143.539
31	lantai 10-17	8	B21	6	12.5	4.71	3.85	10880.1	49	1.88	0.888	3826.523
		8		6	10	2.85	3.85	5268.8				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
32		8	B31	6	11	4.71	3.85	9574.49	22	1.88	0.888	1782.929
		8		6	6	2.85	3.85	3180.08				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
33		8	B27	4	9	6.46	3.85	7182.85	34	1.88	0.888	1816.351
		8		4	5	4.8	3.85	2833.6				
		8		4	2	8.39	1.58	848.397				
34		8	B41	4	14.5	3.89	3.85	6949.1	12	1.88	0.888	841.065
		8		4	8	1.81	3.85	1783.94				
		8		4	2	3.24	1.58	327.629				
35		8	B37	4	4	3.31	3.85	1831.17	8	1.88	0.888	427.3788
		8		4	4	1.45	3.85	714.56				
		8		4	2	2.09	1.58	211.341				
36		8	B47	4	4	3.31	3.85	1831.17	8	1.88	0.888	427.3788
		8		4	4	1.45	3.85	714.56				
		8		4	2	2.09	1.58	211.341				
								55384.5				9001.82
37	lantai 18-25	8	B21	6	7.5	4.71	3.85	8528.08	19	1.88	0.888	1522.529
		8		6	4	2.85	3.85	2106.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
38		8	B31	6	7.5	4.71	3.85	8528.08	24	1.88	0.888	1923.195
		8		6	4	2.85	3.85	2106.72				
		8		6	2	4.89	1.58	741.715				
39		8	B27	4	7	6.46	3.85	5571.1	34	1.88	0.888	1816.351
		8		4	4	4.8	3.85	2268.88				
		8		4	2	8.39	1.58	848.397				
40		8	B41	4	10	3.89	3.85	4792.48	29	1.88	0.888	1549.24
		8		4	4	1.81	3.85	891.968				
		8		4	2	3.24	1.58	327.629				
41		8	B37	4	4	3.31	3.85	1831.17	8	1.88	0.888	427.3788
		8		4	4	1.45	3.85	714.56				
		8		4	2	2.09	1.58	211.341				

PIRAN

42		8	B47	2	4	3.31	3.85	815.584	8	1.88	0.888	213.8883	
		8		2	4	1.45	3.85	357.28					
		8		2	2	2.08	1.58	105.67					
								37287.1				7452.38	
							berat tulangan balok				=	352518	
43	lantai 2-9	8	KOLOM	K1	16	8	5.79	7.99	47372.4	31	2.98	0.888	10500.28
44		8	K8	4	12	5.79	7.99	17764.8	31	2.98	0.888	2825.07	
45		8	K9	4	18	5.79	7.99	23886.2	31	2.98	0.888	2825.07	
46		8	K25	8	8	4.88	3.85	9619.48	28	1.78	0.888	2832.507	
								98442.7				18582.93	
47	lantai 10-17	8	K1	16	8	5.79	7.99	47372.4	31	2.58	0.888	9090.847	
48		8	K8	8	12	5.79	7.99	35529.3	31	2.58	0.888	4545.423	
49		8	K25	8	8	4.88	3.85	9619.48	28	1.78	0.888	2832.507	
								92521.1				18488.78	
50	lantai 18-25	8	K1	24	8	5.79	7.99	71058.8	31	2.18	0.888	11522.12	
51		8	K25	8	8	4.88	3.85	9619.48	28	1.78	0.888	2832.507	
								80678				14354.83	
							berat tulangan kolom				=	12451.98	
52	lantai 2-9	8	DIN.	S1	2	74	5.79	7.99	54774.3	10	4.98	1.58	1258.944
53	lantai 10-17	8	GESER	S1	2	38	5.79	7.99	28127.4	10	4.58	1.58	1157.824
54	lantai 18-25	8		S1	2	28	5.79	7.99	19245	10	4.38	1.58	1107.284
								102147				3524.032	
							berat tulangan dinding geser				=	105870.7	
							BERAT TOTAL				=	470639	

TABEL PERHITUNGAN VOLUME BETON (9 LANTAI)								
Fc' = 35 MPa								
Fy = 480 ivPa								
No	Kode	JUMLAH	STRUKTUR	TYPE	JUMLAH	A (m²)	BENTANG	VOLUME
		LANTAI					(m)	(m³)
	lantai 2-9							
1		8	BALOK	B1	8	0.22	6.65	93.632
2		8		B3	1	0.22	7.65	13.464
3		8		B6	2	0.22	6.65	23.408
4		8		B10	2	0.22	6.65	23.408
5		8		B7	4	0.22	6.65	46.816
6		8		B8	1	0.22	7.65	13.464
7		8		B13	1	0.22	7.65	13.464
8		8		B18	1	0.22	7.65	13.464
9		8		B21	6	0.125	4.65	27.9
10		8		B31	6	0.125	4.65	27.9
11		8		B27	4	0.125	8.15	32.6
12		8		B41	4	0.125	2.9	11.6
13		8		B37	4	0.125	1.65	6.6
14		8		B47	2	0.125	1.65	3.3
								351.02
15		8	KOLOM	K1	4	0.25	3.65	29.2
16		8		K2	4	0.25	3.65	29.2
17		8		K3	4	0.25	3.65	29.2
18		8		K7	4	0.25	3.65	29.2
19		8		K9	2	0.25	3.65	14.6
20		8		K8	4	0.25	3.65	29.2
21		8		K15	2	0.25	3.65	14.6
22		8		K25	4	0.25	3.65	29.2
23		8		K29	4	0.25	3.65	29.2
								233.6
24		8	D. GESER	S1	2	0.6	3.65	35.04
					VOLUME TOTAL		=	619.66

PIRAN

33	lantai 18-25	8	KOLOM	K1	4	0.36	3.65	42.048
34		8		K2	4	0.36	3.65	42.048
35		8		K3	4	0.36	3.65	42.048
36		8		K7	4	0.36	3.65	42.048
37		8		K9	2	0.36	3.65	21.024
38		8		K8	4	0.36	3.65	42.048
39		8		K15	2	0.36	3.65	21.024
40		8		K25	4	0.25	3.65	29.2
41		8		K29	4	0.25	3.65	29.2
				volume total kolom			=	1219.392
42		8	D. GESER	S1	2	1.2	3.65	70.08
43		8	D. GESER	S1	2	0.8	3.65	46.72
44		8	D. GESER	S1	2	0.6	3.65	35.04
				volume total d. geser			=	151.84
							vol. total =	3142.048

TABEL PERHITUNGAN VOLUME TULANGAN (9 LANTAI)													
Fc' = 72 MPa													
Fy = 480 MPa													
No	Kode	N		TULANGAN LENTUR					TULANGAN GESER DAN TORSI				
				TYPE	N	N. tul	L	A	V	N	L	A	V
			LANTAI				(m)	(m ²)	(m ³)		(m)	(m ²)	(m ³)
1	lantai 2-9	8	BALOK	B1	8	2	5.7	0.049087	35.87871	30	1.38	0.01131	29.98698
		8			8	2	3.9	0.049087	24.19007	47	1.16	0.00785	27.40481
		8			8	2	8.9	0.020106	17.73188				
2		8	B3	1	2	8.9	0.049087	5.411351	35	1.38	0.01131	4.370184	
		8		1	2	4.1	0.049087	3.251523	54	1.16	0.00785	3.935796	
		8		1	2	7.9	0.020106	2.538181					
3		8	B6	2	4	5.7	0.049087	17.93835	30	1.38	0.01131	7.491744	
		8		2	3	3.9	0.049087	9.071278	47	1.16	0.00785	8.651201	
		8		2	2	8.9	0.020106	4.432971					
4		8	B10	2	4	5.7	0.049087	17.93835	30	1.38	0.01131	7.491744	
		8		2	3	3.9	0.049087	9.071278	47	1.16	0.00785	8.651201	
		8		2	2	8.9	0.020106	4.432971					
5		8	B7	4	3.50	5.7	0.049087	31.39212	30	1.38	0.01131	14.98349	
		8		4	2	3.9	0.049087	12.09504	47	1.16	0.00785	13.7024	
		8		4	2	8.9	0.020106	8.665942					
6		8	B8	1	4	6.9	0.049087	10.8227	37	1.38	0.01131	4.619809	
		8		1	3	4.1	0.049087	4.877284	54	1.16	0.00785	3.935796	
		8		1	2	7.9	0.020106	2.538181					
7		8	B13	1	4	6.9	0.049087	10.8227	40	1.38	0.01131	4.984496	
		8		1	3	4.1	0.049087	4.877284	54	1.16	0.00785	3.935796	
		8		1	2	7.9	0.020106	2.538181					
8		8	B18	1	2	8.9	0.049087	5.411351	35	1.38	0.01131	4.370184	
		8		1	2	4.1	0.049087	3.251523	54	1.16	0.00785	3.935796	
		8		1	2	7.9	0.020106	2.538181					
9		8	B21	6	2	3.4	0.020106	6.562598	31	1.16	0.01131	19.52196	
		8		6	2	2.7	0.020106	5.114988					
		8		6	2	4.9	0.020106	9.436561					
10		8	B31	6	2	3.4	0.020106	6.562598	31	1.16	0.01131	19.52196	
		8		6	2	2.7	0.020106	5.114988					
		8		6	2	4.9	0.020106	9.436561					
11		8	B27	4	2	5.2	0.020106	6.626938	54	1.16	0.01131	22.87067	
		8		4	2	4.4	0.020106	5.646982					
		8		4	2	8.4	0.020106	10.79812					
12		8	B41	4	2	2.6	0.020106	3.307035	33	1.16	0.01131	13.8543	
		8		4	2	1.8	0.020106	2.329079					
		8		4	2	3.2	0.020106	4.16918					
13		8	B37	4	2	2	0.020106	2.573588	12	1.16	0.01131	5.037926	
		8		4	2	1.2	0.020106	1.595612					
		8		4	2	2.1	0.020106	2.689379					

14	8		B47	2	2	2	0.020106	1.286784	12	1.16	0.01131	2.518983
	8			2	2	1.2	0.020106	0.797808				
	8			2	2	2.1	0.020106	1.344689				
								337.3128				231.9673
								volume tul. balok			=	589.2601
15	8	KOLOM	K1	24	18	4.1	0.020106	255.0921	31	1.18	0.01131	79.4342
16	8		K25	8	4	4.1	0.020106	21.25787	31	0.58	0.01131	13.01484
								276.3497				92.44864
								volume tul. kolom			=	388.7986
17	8	D. GESER	S1	2	10	4.1	0.020106	13.26604	10	4.13	0.02011	13.26604
								volume tul. dinding geser			=	26.57209
								VOLUME TOTAL			=	984.6508

TABEL PERHITUNGAN VOLUME TULANGAN (25 LANTAI)												
Fc' = 72 MPa												
Fy = 480 MPa												

13		8	B7	4	15.5	5.71	0.049	139.022	57	1.58	0.0113	32.583851
		8		4	8	3.85	0.049	48.3801	41	1.36	0.0079	14.014049
		8		4	2	6.89	0.02	8.66594				
14		8	B8	1	13	8.89	0.049	35.1738	55	1.58	0.0113	7.8625034
		8		1	7	4.14	0.049	11.3803	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
15		8	B13	1	14	8.89	0.049	37.8795	55	1.58	0.0113	7.8625034
		8		1	7	4.14	0.049	11.3803	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
16		8	B18	1	14	8.89	0.049	37.8795	33	1.58	0.0113	4.7175021
		8		1	7	4.14	0.049	11.3803	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
								969.887				204.92591
17	lantai 18-25	8	B1	8	10.5	5.71	0.049	188.353	28	1.58	0.0113	29.734558
		8		8	8	3.85	0.049	72.5702	41	1.36	0.0079	28.028099
		8		8	2	6.89	0.02	17.7319				
18		8	B3	1	8	8.89	0.049	21.8454	30	1.58	0.0113	4.2886382
		8		1	4	4.14	0.049	8.50305	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
19		8	B8	2	10.5	5.71	0.049	47.0862	50	1.58	0.0113	14.295481
		8		2	7	3.85	0.049	21.1863	41	1.36	0.0079	7.0070248
		8		2	2	6.89	0.02	4.43297				
20		8	B10	2	10.5	5.71	0.049	47.0862	50	1.58	0.0113	14.295481
		8		2	8	3.85	0.049	24.1901	41	1.36	0.0079	7.0070248
		8		2	2	6.89	0.02	4.43297				
21		8	B7	4	11	5.71	0.049	98.8609	37	1.58	0.0113	21.157282
		8		4	5	3.85	0.049	30.2378	41	1.36	0.0079	14.014049
		8		4	2	6.89	0.02	8.66594				
22		8	B8	1	9	8.89	0.049	24.3511	42	1.58	0.0113	8.0040835
		8		1	5	4.14	0.049	8.12881	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
23		8	B13	1	9.5	8.89	0.049	25.7039	42	1.58	0.0113	8.0040835
		8		1	5	4.14	0.049	8.12881	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
24		8	B18	1	9.5	8.89	0.049	25.7039	30	1.58	0.0113	4.2886382
		8		1	5	4.14	0.049	8.12881	47	1.36	0.0079	4.0162214
		8		1	2	7.89	0.02	2.53818				
								703.264				172.18931
25	lantai 2-9	8	B21	6	6.5	4.71	0.049	72.1343	24	1.58	0.0113	20.585484
		8		6	4	2.85	0.049	28.8804				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43856				
26		8	B31	6	6.5	4.71	0.049	72.1343	24	1.58	0.0113	20.585484
		8		6	4	2.85	0.049	28.8804				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43856				
27		8	B27	4	5	6.46	0.049	50.7363	42	1.58	0.0113	24.016374
		8		4	4	4.6	0.049	28.9024				
		8		4	2	8.39	0.02	10.7961				

28		8	B41	4	12	3.89	0.049	73.3242	57	1.58	0.0113	32.583651
		8		4	7	1.81	0.049	19.9018				
		8		4	2	3.24	0.02	4.16918				
29		8	B37	4	5	3.31	0.049	25.9965	16	1.58	0.0113	9.1490949
		8		4	4	1.45	0.049	9.11055				
		8		4	2	2.09	0.02	2.68838				
30		8	B47	2	4	3.31	0.049	10.3966	9	1.58	0.0113	2.5731829
		8		2	4	1.45	0.049	4.55527				
		8		2	2	2.09	0.02	1.34469				
								458.792				109.50323
31	lantai 10-17	8	B21	6	14.5	4.71	0.049	180.915	38	1.58	0.0113	32.583651
		8		6	9	2.85	0.049	60.4359				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43858				
32		8	B31	6	11.5	4.71	0.049	127.622	24	1.58	0.0113	20.585464
		8		6	7	2.85	0.049	47.0057				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43858				
33		8	B27	4	8.5	6.48	0.049	66.2517	42	1.58	0.0113	24.016374
		8		4	5	4.6	0.049	36.128				
		8		4	2	8.39	0.02	10.7961				
34		8	B41	4	17	3.89	0.049	103.876	114	1.58	0.0113	65.187301
		8		4	10	1.81	0.049	28.4312				
		8		4	2	3.24	0.02	4.16918				
35		8	B37	4	4	3.31	0.049	20.7972	9	1.58	0.0113	5.1463659
		8		4	4	1.45	0.049	9.11055				
		8		4	2	2.09	0.02	2.68838				
36		8	B47	4	4	3.31	0.049	20.7972	9	1.58	0.0113	5.1463659
		8		4	4	1.45	0.049	9.11055				
		8		4	2	2.09	0.02	2.68838				
								749.702				152.67552
37	lantai 18-25	8	B21	6	8.5	4.71	0.049	94.3295	24	1.58	0.0113	20.585464
		8		6	5	2.85	0.049	33.5755				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43858				
38		8	B31	6	7.5	4.71	0.049	63.2319	24	1.58	0.0113	20.585464
		8		6	5	2.85	0.049	33.5755				
		8		6	2	4.89	0.02	9.43858				
39		8	B27	4	7	6.48	0.049	71.0309	42	1.58	0.0113	24.016374
		8		4	4	4.6	0.049	28.9024				
		8		4	2	8.39	0.02	10.7961				
40		8	B41	4	15	3.89	0.049	91.6552	72	1.58	0.0113	41.170927
		8		4	8	1.81	0.049	22.745				
		8		4	2	3.24	0.02	4.16918				
41		8	B37	4	4	3.31	0.049	20.7972	9	1.58	0.0113	5.1463659
		8		4	4	1.45	0.049	9.11055				
		8		4	2	2.09	0.02	2.68838				

42		8		B47	2	4	3.31	0.049	10.3986	9	1.58	0.0113	2.5731829
		8			2	4	1.45	0.049	4.55527				
		8			2	2	2.09	0.02	1.34489				
									541.784				114.07778
									volume tulangan balok			=	3281.481
43	lantai 2-9	8	KOLOM	K1	20	8	4.88	0.049	306.817	31	2.044	0.0113	114.68045
44		8		K9	2	12	4.88	0.049	45.9928	31	2.044	0.0113	11.488045
45		8		K15	2	18	4.88	0.049	81.3234	31	2.044	0.0113	11.488045
46		8		K25	8	8	4.88	0.02	50.238	31	1.18	0.0113	26.477365
									484.189				164.06991
47	lantai 10-17	8		K1	14	8	4.88	0.049	214.832	31	1.9	0.0113	74.607829
48		8		K8	6	12	4.88	0.049	137.978	31	1.9	0.0113	31.974784
49		8		K7	4	18	4.88	0.049	122.847	31	1.9	0.0113	21.316523
50		8		K25	8	8	4.88	0.02	50.238	31	1.18	0.0113	26.477365
									525.492				154.3765
51	lantai 18-25	8		K1	16	8	4.88	0.049	245.294	31	1.8	0.0113	80.778401
52		8		K8	4	12	4.88	0.049	91.9851	31	1.8	0.0113	20.1948
53		8		K7	4	18	4.88	0.049	122.847	31	1.8	0.0113	20.1948
54		8		K25	8	8	4.88	0.02	50.238	31	1.18	0.0113	26.477365
									510.182				147.84497
									volume tulangan kolom			=	1985.9145
55	lantai 2-9	8		S1	2	72	5.79	0.102	679.014	10	4.78	0.0201	15.377069
56	lantai 10-17	8		S1	2	34	5.79	0.102	320.848	10	4.48	0.0201	14.411981
57	lantai 18-25	8		S1	2	20	4.88	0.049	78.8543	10	4.18	0.0201	13.448893
									1076.31				43.235942
									volume tulangan d. geser			=	1119.5499
									VOLUME TOTAL			=	6346.9254

TABEL PERHITUNGAN VOLUME TULANGAN (9 LANTAI)													
Fc' = 35 MPa													
Fy = 480MPa													

PIKAN

14	8		B47	2	2	2	0.0201	1.2668	13	1.36	0.011	3.248345
	8			2	2	1.24	0.0201	0.78781				
	8			2	2	2.09	0.0201	1.3447				
								314.563				247.3837
								volume tulangan balok			=	561.9465
15	8	KOLOM	K1	24	16	4.66	0.0491	735.687	31	1.76	0.011	119.6216
16	8		K25	8	4	4.66	0.0491	61.3239	28	0.96	0.011	19.6617
								797.211				139.6833
								volume tulangan kolom			=	936.8941
17	6	D. GESER	S1	2	10	4.66	0.0491	36.3274	10	4.36	0.02	14.09042
								volume tulangan dinding geser			=	52.41787
								VOLUME TOTAL			=	1498.841

TABEL PERHITUNGAN VOLUME TULANGAN (25 LANTAI)													
Fc' = 35 MPa													
Fy = 480 MPa													
No	Kode	N		TULANGAN LENTUR				TULANGAN GESER DAN TORSI					
				TYPE	N	N. tul	L	A	V	N	L	A	V
		LANTAI					(m)	(m ²)	(m ³)		(m)	(m ²)	(m ³)
1	lantai 2-9	8	BALOK	B1	8	10	5.71	0.04909	179.385	22	1.98	0.011	31.53
		8			8	6	3.85	0.04909	72.5708	30	1.76	0.008	26.54
		8			8	2	8.89	0.02011	17.7321				
2		8	B3	1	8	8.89	0.04909	21.8458	25	1.98	0.011	4.4787	
		8		1	4	4.14	0.04909	8.5031	38	1.76	0.008	4.2022	
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821					
3		8	B6	2	9.5	5.71	0.04909	42.6039	33	1.98	0.011	11.824	
		8		2	6	3.85	0.04909	18.1427	30	1.76	0.008	6.635	
		8		2	2	8.89	0.02011	4.43301					
4		8	B10	2	9.5	5.71	0.04909	42.6039	33	1.98	0.011	11.824	
		8		2	6	3.85	0.04909	18.1427	30	1.76	0.008	6.635	
		8		2	2	8.89	0.02011	4.43301					
5		8	B7	4	9	5.71	0.04909	80.7232	33	1.98	0.011	23.647	
		8		4	5	3.85	0.04909	30.2378	30	1.76	0.008	13.27	
		8		4	2	8.89	0.02011	8.66803					
6		8	B8	1	9	8.89	0.04909	24.3513	38	1.98	0.011	6.8076	
		8		1	5	4.14	0.04909	8.12887	38	1.76	0.008	4.2022	
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821					
7		8	B13	1	9	8.89	0.04909	24.3513	38	1.98	0.011	6.8076	
		8		1	5	4.14	0.04909	8.12887	38	1.76	0.008	4.2022	
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821					
8		8	B18	1	9	8.89	0.04909	24.3513	25	1.98	0.011	4.4787	
		8		1	5	4.14	0.04909	8.12887	38	1.76	0.008	4.2022	
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821					
								655.618				171.29	
9	lantai 10-17	8		B1	8	13	5.71	0.04909	233.2	28	1.98	0.011	40.129
		8			8	6	3.85	0.04909	72.5708	30	1.76	0.008	26.54
		8			8	2	8.89	0.02011	17.7321				
10		8	B3	1	9.5	8.89	0.04909	25.7041	25	1.98	0.011	4.4787	
		8		1	6	4.14	0.04909	9.75485	38	1.76	0.008	4.2022	
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821					
11		8	B6	2	11.5	5.71	0.04909	51.5732	41	1.98	0.011	14.88	
		8		2	8	3.85	0.04909	24.1903	30	1.76	0.008	6.635	
		8		2	2	8.89	0.02011	4.43301					
12		8	B10	2	11.5	5.71	0.04909	51.5732	41	1.98	0.011	14.88	
		8		2	8	3.85	0.04909	24.1903	30	1.76	0.008	6.635	
		8		2	2	8.89	0.02011	4.43301					

PIRAN

13		8	B7	4	12.5	5.71	0.04909	112.118	37	1.98	0.011	26.514
		8		4	8	3.85	0.04909	38.2654	30	1.76	0.008	13.27
		8		4	2	6.89	0.02011	8.66603				
14		8	B8	1	10.5	6.89	0.04909	28.4098	40	1.98	0.011	7.1858
		8		1	8	4.14	0.04909	9.75485	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
15		8	B13	1	11.5	6.89	0.04909	31.1155	38	1.98	0.011	6.8076
		8		1	8	4.14	0.04909	9.75485	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
16		8	B18	1	12	6.89	0.04909	32.4684	41	1.98	0.011	7.345
		8		1	8	4.14	0.04909	9.75485	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
								808.033				191.71
17	lantai 18-25	8	B1	8	10	5.71	0.04909	179.385	22	1.98	0.011	31.53
		8		8	8	3.85	0.04909	72.5708	30	1.76	0.008	26.54
		8		8	2	6.89	0.02011	17.7321				
18		8	B3	1	7	6.89	0.04909	18.9399	25	1.98	0.011	4.4787
		8		1	8	4.14	0.04909	9.75485	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
19		8	B6	2	8.5	5.71	0.04909	38.1193	31	1.98	0.011	11.107
		8		2	8	3.85	0.04909	18.1427	30	1.76	0.008	6.635
		8		2	2	6.89	0.02011	4.43301				
20		8	B10	2	8	5.71	0.04909	35.877	31	1.98	0.011	11.107
		8		2	8	3.85	0.04909	18.1427	30	1.76	0.008	6.635
		8		2	2	6.89	0.02011	4.43301				
21		8	B7	4	9	5.71	0.04909	80.7232	25	1.98	0.011	17.915
		8		4	8	3.85	0.04909	38.2654	30	1.76	0.008	13.27
		8		4	2	6.89	0.02011	8.66603				
22		8	B8	1	8	6.89	0.04909	21.6458	32	1.98	0.011	5.7327
		8		1	4	4.14	0.04909	6.5031	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
23		8	B13	1	8	6.89	0.04909	21.6458	32	1.98	0.011	5.7327
		8		1	4	4.14	0.04909	6.5031	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
24		8	B18	1	8	6.89	0.04909	21.6458	25	1.98	0.011	4.4787
		8		1	4	4.14	0.04909	6.5031	38	1.76	0.008	4.2022
		8		1	2	7.89	0.02011	2.53821				
								638.004				161.97
25	lantai 2-9	8	B21	6	6	4.71	0.04909	66.5861	19	1.88	0.011	19.391
		8		6	4	2.85	0.04909	26.8606				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
26		8	B31	6	8	4.71	0.04909	66.5861	19	1.88	0.011	19.391
		8		6	4	2.85	0.04909	26.8606				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
27		8	B27	4	5	6.46	0.04909	50.7367	34	1.88	0.011	23.133
		8		4	4	4.6	0.04909	26.9027				
		8		4	2	8.39	0.02011	10.7962				

28		8	B41	4	6	3.89	0.04909	38.8624	12	1.88	0.011	8.1847
		8		4	4	1.81	0.04909	11.3728				
		8		4	2	3.24	0.02011	4.16922				
29		8	B37	4	4	3.31	0.04909	20.7973	8	1.88	0.011	5.4431
		8		4	4	1.45	0.04909	9.11062				
		8		4	2	2.09	0.02011	2.68941				
30		8	B47	2	4	3.31	0.04909	10.3987	8	1.88	0.011	2.7218
		8		2	4	1.45	0.04909	4.55531				
		8		2	2	2.09	0.02011	1.3447				
								397.307				78.245
31	lantai 10-17	8	B21	6	12.5	4.71	0.04909	138.721	49	1.88	0.011	50.009
		8		6	10	2.85	0.04909	67.1516				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
32		8	B31	6	11	4.71	0.04909	122.074	22	1.88	0.011	22.453
		8		6	8	2.85	0.04909	40.2909				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
33		8	B27	4	9	6.48	0.04909	91.3281	34	1.88	0.011	23.133
		8		4	5	4.6	0.04909	36.1283				
		8		4	2	8.39	0.02011	10.7962				
34		8	B41	4	14.5	3.89	0.04909	88.6008	12	1.88	0.011	8.1847
		8		4	8	1.81	0.04909	22.7451				
		8		4	2	3.24	0.02011	4.16922				
35		8	B37	4	4	3.31	0.04909	20.7973	8	1.88	0.011	5.4431
		8		4	4	1.45	0.04909	9.11062				
		8		4	2	2.09	0.02011	2.68941				
36		8	B47	4	4	3.31	0.04909	20.7973	8	1.88	0.011	5.4431
		8		4	4	1.45	0.04909	9.11062				
		8		4	2	2.09	0.02011	2.68941				
								706.076				114.85
37	lantai 18-25	8	B21	6	7.5	4.71	0.04909	83.2326	18	1.88	0.011	19.391
		8		6	4	2.85	0.04909	26.8606				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
38		8	B31	6	7.5	4.71	0.04909	83.2326	24	1.88	0.011	24.494
		8		6	4	2.85	0.04909	26.8606				
		8		6	2	4.89	0.02011	9.43865				
39		8	B27	4	7	6.48	0.04909	71.0314	34	1.88	0.011	23.133
		8		4	4	4.6	0.04909	28.9027				
		8		4	2	8.39	0.02011	10.7962				
40		8	B41	4	10	3.89	0.04909	61.104	29	1.88	0.011	19.731
		8		4	4	1.81	0.04909	11.3728				
		8		4	2	3.24	0.02011	4.16922				
41		8	B37	4	4	3.31	0.04909	20.7973	8	1.88	0.011	5.4431
		8		4	4	1.45	0.04909	9.11062				
		8		4	2	2.09	0.02011	2.68941				

